UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Raul Isaias Campos

# O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA O DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Goiânia
2022

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

# E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

**1. Identificação do material bibliográfico**

[ ] Dissertação [ X ] Tese [ ] Outro*:_____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos**: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

**2. Nome completo do autor**

RAUL ISAIAS CAMPOS

**3. Título do trabalho**

O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP PARA O DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

**4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)**

Concorda com a liberação total do documento [ X ] SIM [ ] NÃO[1]

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:
**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **Agustina Rosa Echeverria, Professor do Magistério Superior**, em 19/09/2022, às 11:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **RAUL ISAIAS CAMPOS, Discente**, em 21/09/2022, às 11:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3199045** e o código CRC **BEE0E991**.

**Referência:** Processo nº 23070.043717/2022-31 SEI nº 3199045

Raul Isaias Campos

# O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA O DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Qualificação de Professores de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Agustina Rosa Echeverría

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Celso Ferrari

GOIÂNIA

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Campos, Raul Isaias
O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP PARA O DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES [manuscrito] / Raul Isaias Campos. - 2022.
241 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Agustina Rosa Echeverría; co-orientador Dr. Paulo Celso Ferrari.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2022.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui siglas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Natureza da Ciência. 2. Fundamental Fysiks Group. 3. Visões Deformadas da Ciência. 4. Formação de Professores de Física. 5. Materialismo Histórico. I. Echeverría, Agustina Rosa, orient. II. Título.

CDU 51:37

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

**ATA DE DEFESA DE TESE**

Ata da sessão de Defesa de Tese de RAUL ISAIAS CAMPOS, que confere o título de Doutor(a) em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, na área de concentração em **Qualificação de Professores de Ciências e Matemática**.

Ao/s **14 dias do mês de setembro de 2022**, a partir da(s) **09:00**, por VIDEOCONFERÊNCIA, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada "O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP PARA O DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES". Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) AGUSTINA ROSA ECHEVERRIA - UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) JOSE RILDO DE OLIVEIRA QUEIROZ - UFG, membro titular interno; Professor(a) Doutor(a) ANITA CRISTINA AZEVEDO RESENDE - UFG, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) AGUSTÍN ADÚRIZ-BRAVO - UBA, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) GUSTAVO RODRIGUES ROCHA - UEFS, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese, tendo sido(a) o(a) candidato(a) **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) AGUSTINA ROSA ECHEVERRIA, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Rodrigues Rocha, Usuário Externo**, em 19/09/2022, às 10:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Agustina Rosa Echeverria, Professor do Magistério Superior**, em 19/09/2022, às 11:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **José Rildo De Oliveira Queiroz, Professor do Magistério Superior**, em 19/09/2022, às 14:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Marlon Herbert Flora Barbosa Soares, Coordenadora de Pós-Graduação**, em 21/09/2022, às 10:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Anita Cristina Azevedo Resende, Usuário Externo**, em 22/09/2022, às 18:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3199018** e o código CRC **43609FB1**.

**Referência:** Processo nº 23070.043717/2022-31 SEI nº 3199018

*Para meu pai Davi Isaias da Silva.*

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa é fruto da colaboração e cooperação de várias pessoas. Ao meu pai Davi Isaias da Silva, a quem eu dedico esta tese e que, durante a construção deste trabalho, aguentou minha presença e realizou quase todas as nossas tarefas domiciliares, possibilitando que eu me dedicasse apenas ao desenvolvimento da pesquisa. À minha companheira Letícia Cartocci Graziani, que, mesmo nos momentos mais difíceis, esteve ao meu lado. À minha psicanalista Mariellen Pereira, que me ajudou a manter o equilíbrio mental, em momentos em que este parecia não ser possível de ser alcançado. À minha irmã Paula Isaias Campos, que realizou a correção ortográfica e a normatização deste trabalho. Aos meus colegas da Unidade Acadêmica Especial de Ciências Humanas, que permitiram que eu me licenciasse das minhas atividades laborais para me dedicar exclusivamente à pesquisa. A todos os meus amigos e minhas amigas, em especial ao Stênio Gonçalves de Oliveira, Alessandro Costa da Silva, João Paulo de Paula Silveira, João Paulo Oliveira Huguenim, Alison Cleiton de Araújo, Nilva Coelho Pina, Artur Felicio Costa e Ramon Marcelino Ribeiro Júnior, que contribuíram, cada um em uma diferente forma, para a construção deste trabalho. A todos os estudantes da disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Goiás (UFG), realizada durante o primeiro semestre do ano letivo de 2020. Aos professores membros da banca Agustín Adúriz-Bravo, Gustavo Rodrigues Rocha, Anita Cristina Azevedo Resende e José Rildo de Oliveira Queiroz. Ao meu coorientador Paulo Celso Ferrari, indispensável para execução da intervenção didática realizada na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG. A minha orientadora Agustina Rosa Echeverría, por todas as conversas e sugestões essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Grupo de Estudos e Pesquisas da Teoria Histórico-cultural Papagaios Vermelhos, que se reuniu periodicamente durante a pandemia, demonstrando a força do trabalho coletivo no desenvolvimento das pesquisas e no apoio afetivo necessários em momentos difíceis. E a todas as trabalhadoras e todos os trabalhadores do Brasil, que lutam diariamente por um país mais justo, eu agradeço.

CAMPOS, R. I. **O uso do contexto do surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores.** Tese. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. UFG, 2022.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é investigar a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física. Com este intuito, e fundamentado pelo método materialista histórico, o trabalho inicia-se apresentando o concreto a ser pesquisado como sendo a relevância do estudo sobre a origem do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física. Em sua aparência, este objeto amplo se mostra como uma realidade complexa e caótica, sendo necessário, para compreendê-lo, chegar, primeiramente, às determinações mais simples por meio de processos analíticos. Num movimento de ir e vir característico do método, as determinações mais simples foram sendo abstraídas, sem esquecer sempre de retornar ao concreto. Inicialmente busca-se apresentar qual história e filosofia da ciência interessam ao ensino de ciências e o que a história e a filosofia da ciência compreendem por natureza da ciência, para em seguida concluir que para fins educacionais pode-se admitir certos consensos sobre a natureza do conhecimento científico. Em seguida, os eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* são expostos, optando-se por realizar o debate sobre a natureza da ciência a partir desse estudo em uma intervenção didática. Essa intervenção ocorreu na disciplina de Prática de Ensino III, do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG, sendo que, por meio dessa atividade, procurou-se apropriar-se da realidade que se apresentava. Nesse processo, extraíram-se três categorias: dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência; possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência; relação entre a ciência e outras formas de conhecimento. Por fim, conclui-se que compreender a origem do *Fundamental Fysiks Group* possibilita uma visão ampliada e crítica sobre a natureza da ciência na formação de professores de física, mais notadamente na desconstrução de visões deformadas da ciência e que esse estudo fornece material histórico e filosófico para professores e futuros professores de física para que, diante de questionamentos de seus alunos sobre o "misticismo quântico", possam se posicionar sobre a temática.

**Palavras-chave:** Natureza da Ciência. *Fundamental Fysiks Group*. Visões Deformadas da Ciência. Formação de Professores de Física. Materialismo Histórico.

CAMPOS, R. I. **O uso do contexto do surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores.** Tese. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. UFG, 2022.


## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to investigate the potentiality of the studying the events that occurred in the emergence of the Fundamental Fysiks Group for the debate on the nature of science in the education of physics teachers. With this aim, and based on the historical materialism method, the work begins by presenting the concrete to be researched as the relevance of studying the origin of the Fundamental Fysiks Group for the debate on the nature of science in the education of physics teachers. In its appearance, this broad object presents itself as a complex and chaotic reality, being necessary at first, in order to understand it, to reach the simplest determinations through analytical processes. In a movement of coming and going that is particular to the method, the simplest determinations were being abstracted, without forgetting to always return to the concrete. Initially, it seeks to present which history and philosophy of science are of interest to science teaching and what history and the philosophy of science understand as the nature of science, to then conclude that for educational purposes, certain consensuses about the nature of scientific knowledge can be admitted. Then, the events that occurred during the emergence of the Fundamental Fysiks Group are exposed, choosing to carry out the debate on the nature of science from this study in a didactic intervention. This intervention took place in the discipline of Teaching Practice III, of the night course of Licentiate in Physics at UFG, and, through this activity, an attempt was made to appropriate the reality that was presented. In this process, three categories were extracted: difficulties with the classification and definition of deformed views of science; possibilities of deconstructing the deformed views of science; relationship between science and other forms of knowledge. Finally, it is concluded that understanding the origin of the Fundamental Fysiks Group allows an expanded and critical view of the nature of science in the process of training physics teachers, most notably in the deconstruction of deformed views of science and that this study provides historical and philosophical material for teachers and future physics teachers so that, in the face of questions from their students about “quantum mysticism”, they can position themselves on the subject.



**Keywords:** Nature of Science. Fundamental Fysiks Group. Deformed Views of Science. Training of Physics Teachers. Historical Materialism.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Câmara de Wilson .....65
**Figura 2:** Experimento de dupla fenda .....67
**Figura 3:** Arranjo experimental do EPR .....69
**Figura 4:** Mapa de Saul-Paul Sirag .....116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1**:** Trabalhos sobre história e filosofia da ciência nos eventos**.....88**
Tabela 2**:** Distribuição de trabalhos por categoria**.....89**
Tabela 3**:** Recursos simbólicos utilizados nas transcrições**.....124**

# Sumário

**APRESENTAÇÃO ..... 16**

**INTRODUÇÃO ..... 24**

**1 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: PERSPECTIVAS E CAMINHOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS ..... 29**

1.1 Uma breve discussão sobre a história e filosofia da ciência ..... 32

1.2 Qual história e filosofia interessam ao ensino de ciências? ..... 46

1.2.1 Visão descontextualizada ..... 49

1.2.2 Visão individualista e elitista ..... 51

1.2.3 Visão empírica – indutivista e ateórica ..... 53

1.2.4 Visão rígida, algorítmica e infalível ..... 55

1.2.5 Visão aproblemática e ahistórica ..... 56

1.2.6 Visão exclusivamente analítica ..... 58

1.2.7 Visão acumulativa de crescimento linear ..... 60

**2 TEORIA QUÂNTICA: ALGUMAS INTERPRETAÇÕES E A ORIGEM DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* ..... 62**

2.1 Interpretações da teoria quântica ..... 63

2.1 Origem do *Fundamental Fysiks Group* ..... 74

2.3 As implicações do surgimento do *Fundamental Fysiks Group* ..... 80

**3 INTERVENÇÃO DIDÁTICA ..... 84**

3.1 Estado do conhecimento: o debate sobre a natureza da ciência na área de pesquisa em Ensino de Física ..... 84

3.2 Intervenção didática na disciplina de Prática de Ensino 3 do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Goiás: uma concepção crítica de ensino ..... 93

3.3 Desenvolvimento da intervenção didática ..... 96

**4 ANÁLISE DOS DADOS ..... 124**

4.1 Dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência ... 125

4.2 Possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência ..... 140

4.2.1 Possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada ..... 140

4.2.2 Possibilidade de desconstrução da visão individualista ..... 152

4.2.3 Possibilidade de desconstrução da visão elitista ..... 154

4.2.4 Possibilidade de desconstrução da visão aproblemática ..... 161

4.2.5 Possibilidade de desconstrução da visão ahistórica ..... 165

4.2.6 Possibilidade de desconstrução da visão acumulativa e de crescimento linear . 171

4.2.7 Possibilidade de desconstrução da visão empírica – indutivista ..... 175

4.2.8 Possibilidade de desconstrução da visão ateórica ..... 182

4.2.9 Possibilidade de desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível ..... 186

4.2.10 Possibilidade de desconstrução da visão exclusivamente analítica ..... 191

4.3 Relação entre a ciência e outras formas de conhecimento ..... 193

**CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 211**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 215**

**APÊNDICE A ..... 228**

**APÊNDICE B ..... 231**

**APÊNDICE C ..... 232**

**APÊNDICE D ..... 246**

**ANEXO ..... 248**

## APRESENTAÇÃO

O motivo desta pesquisa nasceu há alguns anos, mas só ganhou maturidade recentemente. Assim, para que o leitor entenda o movimento inerente à construção deste trabalho, é preciso destacar alguns aspectos históricos que lhe deram materialidade[1].

Ao final do meu mestrado, em 2014, no Programa de Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), eu fui aprovado em concurso público para professor do curso de Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza (LEdoC) da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Filho de uma família de trabalhadores, que sempre foi engajada politicamente, e com um desejo enorme por colocar o ensino de física a serviço de uma transformação social, eu enxerguei, mesmo antes de adentrar ao curso, a possibilidade de relacionar essas esferas. Nesse novo desafio, desde o início, surgiram algumas inquietações, tais como: o quê, por quê e para quem ensinar? Como integrar o ensino de física às demais áreas e aos fenômenos do campo? Qual o papel do ensino de física para a Educação do Campo? Como o ensino de física pode auxiliar os povos do campo para uma transformação crítica e social?

A fim de buscar respostas a essas perguntas, em 2017, eu iniciei o meu processo de doutoramento no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da UFG. Na época, eu acreditava que isso me forneceria melhores ferramentas para alcançar uma visão crítica sobre a Educação do Campo e que minha pesquisa seria fundamental para a construção de um currículo inovador da LEdoC da UFG.

Entretanto, após um ano no Programa, período em que não pedi licença do trabalho e não me dediquei à elaboração do projeto de pesquisa por falta de tempo, acabei me distanciando das discussões acerca da temática. E no momento em que eu já estava afastado para capacitação e disposto a retomar o estudo do meu objeto, alguns episódios fizeram que eu tomasse uma importante decisão.

Em primeiro lugar, o falecimento do meu então orientador Juan Bernardino Marques Barrio, que me deixou um tanto angustiado sobre a continuidade da minha pesquisa. Depois, a situação política nacional, em que as posições retrógradas tomadas pelo governo golpista, atacando diretamente os movimentos sociais, em especial o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), trouxeram grandes incertezas sobre o destino do

[1] Nesta apresentação, pedimos licença ao leitor para utilizar, em alguns trechos, a primeira pessoa, pois trazer à tona a história de construção do objeto desta pesquisa é trazer à tona parte da própria história acadêmica do pesquisador em formação e também da relação construída com sua orientadora e co-orientador.

curso no qual trabalho e em especial sobre meu doutoramento nesta área específica; e, por último, mas não menos importante, inclusive sendo uma consequência dos demais pontos, a minha falta de ânimo em continuar a pesquisa sobre a Educação do Campo.

Nessa complicada situação, eu decidi então mudar o meu foco de investigação. Optei por colocar em prática um antigo desejo, que era estudar a teoria quântica e suas apropriações. Este tema estava guardado comigo desde o período em que passei pela UFSC, pois esse era um assunto central em conversas informais com meu orientador à época, Frederico Firmo de Souza Cruz.

A maneira como a teoria é apropriada por diversas áreas, nos trazia grande incômodo e ficávamos horas conversando sobre isso. Posteriormente, em contato com um amigo, Stênio Gonçalves de Oliveira, que na época também era estudante do doutorado no PPGECM da UFG, o assunto voltou a me chamar atenção, agora nesse novo espaço. Tanto ele quanto minha nova orientadora, a professora Agustina R. Echeverría, foram pessoas importantes para minha decisão de pesquisar esse tema, que antes era tratado por mim apenas informalmente.

Não obstante, eu conjecturava que de nada adiantaria partir diretamente para as diversas apropriações da teoria quântica, sem antes entender melhor os conceitos dessa teoria. Dessa forma, eu me dediquei a estudar a evolução das ideias da teoria quântica até o surgimento do "misticismo quântico"[2].

Na época, eu acreditava que as estranhezas associadas à teoria eram as bases para aquilo que eu chamava de "movimento místico quântico". Então, preparei um material que sintetizava este meu raciocínio inicial e o apresentei à minha orientadora. Nesse trabalho, eu busquei apresentar os eventos ocorridos na década de 1960 e 1970 que possibilitaram o surgimento desse movimento.

Nessa apresentação, sobre o estudo que eu tinha realizado, também estava outro amigo, colega de doutorado, Alessandro Costa da Silva, que, por minha sorte, ao final de minha fala, fez a seguinte pergunta: qual a relação deste seu estudo com a área de pesquisa em Ensino de Ciências?

Realmente, não existia naquele momento uma ligação e isso fez com que parássemos para pensar no que seria possível fazer. Após um tempo de reflexão, Alessandro sugeriu que utilizássemos o tema para discutir a natureza da ciência, mais especificamente

[2] O termo "misticismo quântico" está sendo utilizado aqui entre aspas porque era assim que denominávamos o movimento de discussão da teoria quântica tratado aqui no trabalho. Mais à frente iremos explicar o porquê de atualmente não o utilizarmos mais para esta função, posto que se trata de uma terminologia equivocada para o movimento em questão.

que o utilizássemos para a superação das visões deformadas da ciência. Recebi com entusiasmo a proposta e com auxílio dele e da minha orientadora, construímos o seguinte problema de pesquisa: qual a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos na história da teoria quântica para o ensino de física na superação das visões deformadas da ciência?

A partir dessa pergunta, minha orientadora e eu compreendemos que, para buscarmos respostas, seria necessário realizar um estudo sobre a história e filosofia da ciência. Com o decorrer desse estudo, começamos a perceber que o debate sobre a natureza da ciência seria o aspecto central do meu trabalho, surgindo assim a seguinte dúvida: se o debate sobre a natureza da ciência seria o tema principal da investigação, então qual seria o papel do "misticismo quântico" para o trabalho?

Em conversas com minha orientadora, chegamos à conclusão de que não iríamos adentrar na discussão sobre o "misticismo quântico" em si, e sim utilizar de seu contexto de origem para explorar a natureza da ciência no ensino de física. A justificativa para isso era que um debate aprofundado em uma perspectiva epistemológica, que era nosso intuito inicial, não seria possível por causa do tempo que restava para fazer a pesquisa. Dessa forma, o surgimento do "misticismo quântico" passou a ser utilizado como um tema motivador, que possibilitaria a retirada de informações importantes para a superação de visões deformadas da ciência. Sem dúvida, o tema poderia ser qualquer outro episódio histórico, mas pelo nosso interesse e principalmente pelo interesse que este desperta na população como um todo decidimos pela manutenção do "misticismo quântico".

Nesse meio tempo, começamos a realizar um estado do conhecimento em eventos da área de pesquisa em Ensino de Física sobre o uso didático da história e filosofia da ciência, com intuito de localizar as principais tendências que têm sido contempladas na área, bem como as lacunas existentes e as demandas por novas pesquisas, o que nos levou a um outro fato importante: nessa revisão, "descobrimos" que havia uma grande necessidade na área de pesquisas que desenvolvessem aplicações da história e filosofia da ciência em sala de aula. Com isso, após mais uma reunião de orientação, decidimos que a busca por respostas ao nosso problema de pesquisa também envolveria uma proposta de intervenção didática[3].

Com este intuito marcamos um encontro com o professor do Instituto de Física (IF) e do PPGECM da UFG, José Rildo de Oliveira Queiroz, para perguntar se havia a possibilidade de realizar esta intervenção em uma disciplina do curso de Licenciatura em Física da UFG. Após uma apresentação breve do nosso objeto de pesquisa, o professor Rildo

[3] Intervenção didática é aqui tratada como o ato de realizar uma atividade educacional no interior de uma disciplina curricular já existente.

nos aconselhou a procurar o professor Paulo Celso Ferrari, também professor do IF e encarregado da disciplina de Prática de Ensino III, uma vez que esta é a disciplina do curso em que se realiza a discussão sobre história e filosofia da ciência no ensino de física.

Após nova reunião, agora com o professor Paulo Celso Ferrari, ficou então decidido que o ambiente de pesquisa seria a disciplina de Prática de Ensino III, do curso de Licenciatura em Física da UFG. De acordo com o professor, no primeiro semestre do ano letivo de 2020, a disciplina seria ofertada nos dois cursos de Licenciatura em Física da UFG (integral e noturno) e que caberia a nós escolhermos se iríamos desenvolver a pesquisa na turma do integral e/ou noturno. Seu pedido foi que, independentemente da escolha, realizássemos a intervenção nas duas turmas, para que não houvesse ementas diferentes. Ficou então decidido que iríamos realizar a intervenção em ambas, mas para a coleta de dados da nossa pesquisa levaríamos em consideração apenas a turma do noturno, visto que era uma turma formada por uma quantidade maior de estudantes, o que proporcionaria uma riqueza maior de detalhes a serem analisados. Assim, utilizaríamos a intervenção que seria realizada no período vespertino do curso integral de Licenciatura em Física da UFG como uma espécie de intervenção piloto.

Tomada esta decisão, minha orientadora e eu fizemos um planejamento preliminar das aulas e decidimos que seria o momento de submeter o trabalho de pesquisa desenvolvido à qualificação. O motivo era que queríamos ter um *feedback* do que já havia sido construído, antes de iniciarmos a nossa intervenção didática.

A banca de qualificação foi formada pelos professores Agustín Adúriz-Bravo, Gustavo Rodrigues Rocha e José Rildo de Oliveira Queiroz, além da minha orientadora. Como resultado desse processo de avaliação, corrigimos alguns equívocos pontuais, repensamos a estruturação do texto e fizemos duas alterações profundas: o uso do termo “misticismo quântico” e o nosso problema de pesquisa.

O primeiro desses dois aspectos foi destacado pelo professor Gustavo Rodrigues Rocha que, durante a sua argumentação, apontou um problema por trás do termo “misticismo quântico”. Segundo ele, o misticismo é um conceito da área de pesquisa em Sociologia da Religião que define uma relação particular com o divino. Essa relação consiste na identificação total entre o divino e o humano, em uma não diferenciação ontológica das duas instâncias (ABBAGNAMO, 2012). Nesse sentido, o misticismo quântico é uma elaboração que traduz a teoria quântica a partir do misticismo. Isso significa que a experiência mística proporcionaria a abertura da percepção de determinado sujeito para a realidade e que esta percepção coincidiria com a descrição do real pela teoria quântica. O produto desse processo é

uma visão de mundo que sugere a unidade do humano com outras instâncias da realidade física, como universo, planeta, gaia e cosmo. Portanto, trata-se de um movimento muito específico, diferente daquilo que comumente se denomina "misticismo quântico". No senso comum, este representa tudo que envolve a apropriação da teoria quântica por outras formas de conhecimento, ou seja, tem-se algo muito mais amplo e complexo sendo representado por uma terminologia que é utilizada para denominar um nicho muito pontual dessas apropriações.

Para englobar toda a complexidade das discussões surgidas no final da década de 1960 e início da década de 1970 sobre os fundamentos da teoria quântica, Rocha (2015) utiliza o termo "reencantamento do mundo pela teoria quântica[4]". Assim, apesar de a expressão "misticismo quântico" ser a mais utilizada, neste trabalho, quando necessário,

[4] O "reencantamento do mundo" é uma contradição dialética do "desencantamento do mundo" (Rocha, 2015). Segundo Rocha (2015), o "desencantamento do mundo" ocorre a partir da Idade Moderna, em que o sistema de saberes tornou-se especializado e fragmentado, reformulando com isso a concepção das pessoas relativa ao "significado do mundo" ou ao "sentido da vida". Com isso, as questões metafísicas* tornaram-se marginais e ilegítimas, dando lugar à cientificidade constituinte do novo modo de vida do ocidente moderno. Mas, como toda ação tem a sua reação, em unidade com o "desencantamento do mundo" tem-se o "reencantamento do mundo", que é um movimento no sentido de recuperar aquilo que foi suprimido, ou seja, um movimento reativo. De acordo com Rocha (p. 12, 2015), o "reencantamento do mundo" é "a tentativa de recuperar as grandes questões e, por conseguinte, também a tentativa de recuperar certa unidade no sistema de saberes". Dessa forma, quando Rocha (2015) introduz a expressão "reencantamento do mundo pela teoria quântica", isso significa uma busca pela unidade de saberes com intuito de retomar as questões metafísicas sobre o sentido da vida e do universo através da teoria quântica.

* O termo metafísica é empregado, pela primeira vez, por Andrônico de Rodes (século I a. C.), ao organizar as obras de Aristóteles que haviam ficado dispersas e perdidas. Durante a classificação, Rodes observou que existiam textos que se localizavam após os tratados sobre física. Assim, a expressão *ta meta ta physika* significa literalmente: "aqueles [escritos] que estão [catalogados] após os [escritos] da física." (CHAUÍ, p. 209, 1998). Segundo Chauí (1998), a história da metafísica pode ser dividida em: 1. período que vai de Platão e Aristóteles (séculos IV e III a. C.) até David Hume (século XVIII d. C.); 2. período que vai de Kant (século XVIII) até a fenomenologia de Husserl (século XX); 3. metafísica ou ontologia contemporânea, dos anos 1920 aos anos 1970 do último século. Em linhas gerais, pode-se entender a metafísica como a investigação filosófica que gira em torno da pergunta "O que é?", sendo este "é" possuidor de dois sentidos. O primeiro diz respeito a "existe", de modo que se busca com a metafísica compreender a existência da realidade, e o segundo significa "essência", em que a procura metafísica se dá pelo desejo de se encontrar a "natureza própria de alguma coisa" (CHAUÌ, p. 207, 1998). De uma maneira mais poética e teológica, Voltaire (século XVIII) define os objetos da metafísica como sendo: "[...] teu raciocínio, que não é nem comprido nem largo, nem alto, nem sólido, nem pontiagudo; ou tua alma, que desconheces e que produz teu raciocínio; ou ainda os espíritos, dos quais sempre se falou, aos quais durante muito tempo se atribuiu um corpo tão sutil que já não era mais corpo e dos quais se excluiu finalmente todo vestígio de corpo e não se sabe mais o que lhes restou; ou a maneira pela qual esses espíritos sentem sem ter o embaraço dos cinco sentidos, como pensam sem cabeça, como comunicam seus pensamentos sem palavras e sem sinais; enfim, Deus, que conhecemos por suas obras, mas que nosso orgulho quer definir; Deus do qual sentimos o poder imenso; Deus, separado de nós por um abismo infinito e cuja natureza ousamos sondar" (VOLTAIRE, p. 393, 2008). Para o trabalho aqui proposto, a metafísica será utilizada em acordo com a concepção aristotélica, isto é, "ciência primeira" que fundamenta todas as outras ao versar sobre as relações entre estas e seus objetos ou princípios relativos. Nesta perspectiva, a metafísica é "a possibilidade de uma ciência que estude *todas* as causas [...] ou *todos* os princípios primeiros [...] ou *todas* as substâncias [...] ou também as substâncias *e* seus atributos [...] e as substâncias não sensíveis [...] e sobre outros problemas (como os das partes que constituem todas as coisas, da possível diversidade de natureza entre os princípios, da unidade do ser etc), todos situados na zona de intersecção e de encontro das disciplinas científicas particulares e de interesse comum para elas" (ABBAGNAMO, p. 767, 2012).

iremos usar o termo proposto por Rocha (2015). Entendemos que esta forma seja mais apropriada para expressar os eventos ocorridos naquela época, pois não reduz a complexidade dos acontecimentos a um movimento que é estudado pela Sociologia da Religião, que, por sinal, tem o "misticismo quântico" como uma terminologia que lhe é muita cara.

Já no que tange ao problema de pesquisa, por recomendação do professor Agustín Adúriz-Bravo, decidimos modificar a nossa pergunta central com a intenção de melhor enquadrá-la à nossa proposta de investigação. Dessa feita, a questão a ser respondida pela pesquisa passou a ser: qual a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para a superação das visões deformadas da ciência na formação de professores?

Realizadas estas alterações passamos a nos dedicar à intervenção didática. Inicialmente foram planejadas dez aulas, nas quais, primeiramente iríamos desenvolver uma discussão explícita sobre as visões deformadas da ciência para, em seguida, e a partir da leitura de trechos extraídos de Rocha (2015), adentrarmos à nossa proposta de identificar a possibilidade de superação das visões deformadas da ciência a partir do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group*.

Planejadas essas aulas, submetemos o trabalho ao Comitê de Ética da UFG, sendo aprovado e liberado para a execução. Depois disso, iniciamos a nossa intervenção didática.

Todavia, logo nas primeiras aulas, o professor Paulo Celso Ferrari e eu identificamos que os estudantes não apresentavam visões deformadas tão ingênuas como esperávamos, o que nos levou a questionar mais uma vez o problema de pesquisa. Assim, em reunião com minha orientadora, entendemos que este fato exigia que modificássemos novamente nosso problema. Dessa forma, após uma reflexão, chegamos à seguinte pergunta: qual a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre as visões deformadas da ciência na formação de professores?

Resolvido isso, o foco principal voltou a ser a intervenção didática, mas sem desassociá-la da pesquisa, já que estávamos sempre levando em consideração a unidade existente entre a intervenção e a investigação. Em resumo, a intervenção didática na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG ocorreu ao longo de 17 aulas, sendo quatro antes da pandemia e 13 pelo denominado Ensino Remoto Emergencial (ERE). Finalizadas essas aulas, nove das 17 ministradas foram selecionadas para a transcrição com intuito de se utilizar as falas transcritas como material de análise. Como poderá ser percebido mais à frente neste trabalho, a escolha por transcrever apenas essas nove aulas se deveu ao fato de que foram nessas aulas, especificamente, que utilizamos

os eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group*, como possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência.

Vale também ressaltar que, durante esse período de transcrição, que demandava um trabalho mais motor e menos reflexivo, passamos a nos dedicar também a um estudo mais aprofundado do método materialista histórico de investigação. Dizemos mais aprofundado, porque desde que iniciamos nosso trabalho, minha orientadora e eu sempre discutíamos de maneira paralela esse método. Inclusive, muitas dessas discussões ocorreram durante reuniões do Grupo de Estudos da Teoria Histórico – Cultural Papagaios Vermelhos, do qual tive o privilégio de participar durante grande parte do meu processo de doutoramento, coordenado pela professora Agustina Rosa Echeverría.

Como não poderia ser diferente, a partir desse estudo mais específico, conseguimos enxergar melhor o movimento inerente à nossa pesquisa e que esse movimento coincidia com o próprio movimento do objeto que estava sendo investigado. Esse processo foi ficando cada vez mais intenso e complexo, passando inclusive a ser um dos pontos centrais deste trabalho.

Findadas as transcrições, iniciamos a análise dos dados. Primeiramente, realizamos uma leitura geral de todas as transcrições, com intuito de ter uma percepção inicial do material em análise. Em seguida, refizemos a leitura identificando os momentos em que ocorreram discussões a respeito da possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência, a partir da leitura e debate de trechos extraídos de Rocha (2015). Com isso, criamos uma tabela com o objetivo de separar e enumerar todos os momentos em que essa possibilidade de desconstrução aparecia nas falas transcritas e que foram produzidas através de uma interação discursiva entre professor, estudantes e professor-pesquisador.

Ao fim desse processo de tabulação, realizamos novamente a leitura das transcrições, agora não mais com a intenção prévia de visualizar possíveis desconstruções das visões deformadas da ciência, mas com o intuito de enxergar como o movimento da atividade desenvolvida em sala de aula ocorreu e o que esse movimento revelaria para nós.

Nesse esforço, percebemos que a intervenção didática desenvolvida alcançou o seu objetivo prévio, ou seja, o estudo dos eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* realmente possibilita a desconstrução das visões deformadas da ciência. Entretanto, mais do que isso, a análise inicial dos dados começou a nos mostrar que a atividade não só cumpriu com este objetivo estabelecido inicialmente, mas foi além. Enxergamos que toda a atmosfera criada envolvendo a possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência, a partir do contexto de surgimento do *Fundamental Fysiks*

*Group*, serviu como desencadeadora de outros debates. Dessa forma, a análise das transcrições permitiu a identificação de três categorias essenciais. São elas: **dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência**, **possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência** e **relação entre a ciência e outras formas de conhecimento**.

Esse processo, mais uma vez, nos levou a repensar nosso problema de pesquisa, pois como a análise das falas transcritas indicou que o estudo do contexto de surgimento do *Fundamental Fysiks Group* possibilitou ir além do debate sobre as visões deformadas da ciência, não teria sentido restringir o problema de pesquisa somente a este foco. Dessa forma, a pergunta a ser respondida neste trabalho é: **qual a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física?**

Finalizado esse último processo de análise, refizemos a leitura de todo o material produzido com o intuito de buscarmos uma melhor apresentação do trabalho que estivesse em concordância com o método de pesquisa adotado, a fim de responder nossa pergunta de pesquisa. Sendo assim, segue abaixo a exposição de nosso trabalho.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho, tem-se como objetivo investigar a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores. Mas, antes de mais nada, é preciso apontar. a concepção com que esta pesquisa se desenvolveu.

Como será possível observar ao longo da exposição, neste trabalho, o leitor não encontrará um capítulo destinado à metodologia, tão comum em pesquisas acadêmicas e que muitas vezes aparece desconexo, como se fosse apenas um pedágio a ser pago para que tal pesquisa adquira um *status* de científica. Aqui, o que se tem é o contrário dessa separação, pois ao entender o método como a posição do pesquisador no diálogo com seu objeto, assume-se que ele se encontra presente em todo o trabalho.

Segundo Andery *et al*. (1996):

> Enquanto tentativa de explicar a realidade, a ciência caracteriza – se por ser uma atividade metódica. É uma atividade que, ao se propor conhecer a realidade, busca atingir essa meta por meio de ações passíveis de serem reproduzidas. O método científico é um conjunto de concepções sobre o homem, a natureza e o próprio conhecimento, que sustentam um conjunto de regras de ação, de procedimentos, prescritos para se construir conhecimento científico (ANDERY *et al*., 1996, p. 14).

Neste sentido, o método não é tratado apenas como um conjunto de normas que se aplica a um objeto recortado de uma realidade complexa, isto é, como um apanhado de "regras que o sujeito que pesquisa escolhe, conforme a sua vontade, para 'enquadrar' o seu objeto de investigação" (NETTO, 2011, p. 53). Aqui, o método é o que propicia o conhecimento teórico do objeto. Segundo Netto (2011, p. 21), "a teoria é o movimento real do objeto transposto para o cérebro do pesquisador - *é o real reproduzido e interpretado no plano ideal* (do pensamento)".

Todavia, esta não é uma reprodução qualquer, como em uma fotografia, que simplesmente espelha a realidade que está diante de uma câmara. Se assim fosse, o papel do pesquisador seria desnecessário, na medida em que ele atuaria apenas como um sujeito passivo e contemplador da sua realidade imediata (NETTO, 2011). Esta reprodução especular até pode ser útil nas práticas cotidianas, em que se faz necessário, apenas, orientar-se no mundo, familiarizando com as coisas ou manejando algum instrumento do dia a dia, mas isso não proporciona a compreensão da realidade. O mundo do cotidiano é o mundo das aparências, fixado pela ideologia dominante e que faz parecer que a realidade é natural e eterna. Sendo assim, o pesquisador que não se contenta com esta superficialidade, precisa desconstruir as representações e as imagens do senso comum, ao que Kozik denomina de

pseudoconcreticidade (KOSÍK, 1995). O grande desafio é saber como fazer isso e é justamente neste ponto que o método se mostra necessário.

De acordo com a perspectiva adotada neste trabalho, para se fazer ciência, o pesquisador precisa se colocar como sujeito ativo na construção do conhecimento científico, em busca de compreender o movimento real de seu objeto, ou seja, sua estrutura e sua dinâmica (NETTO, 2009; NETTO, 2011). Dessa forma, por meio de procedimentos analíticos e sintéticos, "o pesquisador reproduz, no plano ideal, a essência do objeto que investigou (NETTO, 2011, p. 22). "

Entretanto, isso não significa que se deve simplesmente descartar as aparências (KOSÍK, 1995). Tudo começa por elas. O real, seja uma sociedade, uma sala de aula ou qualquer outro fenômeno social, sempre se apresenta em sua forma aparente, em uma realidade complexa e caótica. O conhecimento do qual se tem do objeto, nesse momento, é apenas ingênuo, mas extremamente necessário, posto que é a partir dessa realidade aparente, que "um e outro elementos são abstraídos e, progressivamente, com o avanço da análise, chega-se a conceitos, a abstrações que remetem a determinações mais simples (NETTO, 2011, p. 22). "

Até aqui nada de novo, pois o processo analítico é uma ferramenta no campo da pesquisa científica bastante comum, inclusive nas áreas das ciências da natureza. Só que, diferentemente do que às vezes se pratica, que é encerrar a investigação na análise; no método materialista histórico, após esta etapa, volta-se novamente o olhar para o objeto concreto. E é neste movimento de retorno, que algo acontece, dado que nesta "viagem de volta", o pesquisador não encontra o concreto mais como antes, como uma realidade caótica e sim como uma rica totalidade de determinações e relações diversas. Nas palavras de Marx:

> O concreto é concreto porque é síntese de muitas determinações, isto é, unidade do diverso. Por isso, o concreto aparece no pensamento como o processo de síntese, como resultado, não como ponto de partida, ainda que seja o ponto de partida efetivo e, portanto, o ponto de partida também da intuição e da representação. No primeiro método, a representação plena volatiza-se em determinações abstratas, no segundo, as determinações abstratas conduzem à reprodução do concreto por meio do pensamento. [...] o método que consiste em elevar-se do abstrato ao concreto não é senão a maneira de proceder do pensamento para se apropriar do concreto, para reproduzi-lo como concreto pensado (MARX, 2012, p. 255).

Fruto disso se tem um conhecimento do real reproduzido e interpretado no plano ideal, síntese de múltiplas determinações e que, como dito, não se oferece imediatamente ao pensamento. E é com esta perspectiva que este trabalho se desenvolve.

A partir da trajetória apresentada anteriormente, identificou-se o concreto como sendo **a relevância do estudo sobre a origem do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física**. Em sua aparência, este objeto amplo se apresenta em uma realidade complexa e caótica, o que faz com que, para compreendê-lo, de acordo com o método aqui utilizado e exposto acima, é preciso, primeiramente, chegar às determinações mais simples, por meio de processos analíticos.

Para iniciar esta análise optou-se por buscar entender o que a história e filosofia da ciência entendem por natureza da ciência. Nesse primeiro processo analítico, que será apresentado na primeira seção do primeiro capítulo deste trabalho, observou-se que não é possível compreender a natureza da ciência sem o auxílio da história e filosofia, pois são esses os conhecimentos que possibilitam a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como também o entendimento sobre o papel do experimento, dos modelos, das leis e das teorias científicas. Entretanto, a partir desse estudo, pôde-se perceber o quanto são complexas e divergentes as concepções existentes na literatura sobre a história e filosofia da ciência, até mesmo com respeito ao próprio termo "natureza da ciência", sendo preciso novamente voltar para o objeto de investigação.

Nesse novo olhar, agora com um pouco mais de conhecimento sobre o objeto, perguntou-se: qual história e filosofia da ciência interessam ao ensino de ciências? Para se chegar a uma reposta, uma outra análise foi realizada, que será apresentada na segunda seção do primeiro capítulo. A conclusão desse processo foi que, por mais complexa que seja a discussão sobre a natureza da ciência, isso não impede que, para o ensino de física, seja possível exprimir certos consensos entre as diferentes concepções históricas e filosóficas da ciência.

Com essa perspectiva, optou-se por realizar um debate da natureza da ciência no ensino de física pela negativa, isto é, não se buscou definir o que é ciência, mas sim o que não é ciência, pois como a primeira análise demonstrou, dizer o que é ciência é uma discussão bastante complexa e divergente. Sendo assim, decidiu-se utilizar como referencial teórico os trabalhos sobre visões deformadas da ciência do grupo de Daniel Gil-Pérez (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Entretanto, ainda nessa análise, percebeu-se que essa estratégia reduz ou simplifica por demais o debate sobre a a natureza da ciência, o que concorda com Clough e Olson (2008) e Bejarano *et al.* (2019), quando estes afirmam que, para fins didáticos, os aspectos tidos como consensuais só têm sentido quando utilizados em um contexto histórico.

Dessa forma, em um novo processo analítico buscou-se entender como que os eventos ocorridos na década de 1960 e 1970 possibilitaram o surgimento do *Fundamental Fysiks Group*. Iniciou-se o trabalho resgatando elementos ligados aos fundamentos da teoria quântica que foram importantes para as discussões no interior do grupo e finalizou-se analisando as implicações desse "reencantamento do mundo pela teoria quântica". Esta análise, que será apresentada no segundo capítulo, forneceu mais argumentos para se olhar novamente para o objeto de pesquisa.

Assim, ao realizar o caminho de volta, agora com mais determinações abstratas, questionou-se como desenvolver-se-ia o trabalho. Seria um trabalho teórico ou teria um componente empírico? Na busca por respostas, desenvolveu-se um estado do conhecimento de pesquisas brasileiras realizadas na área de pesquisa em Ensino de Física, com o intuito de identificar as tendências e demandas da área no que tange ao uso didático da história e filosofia da ciência.

A partir desse estado do conhecimento, que será apresentado na primeira seção do terceiro capítulo identificou-se a necessidade na área de pesquisa em Ensino de Física de se fazer intervenções que promovam o debate sobre a natureza da ciência em sala de aula, levando à proposta de uma intervenção didática.

Como dito na apresentação, esta intervenção ocorreu na disciplina de Prática de Ensino III, dos cursos de Licenciatura em Física, da UFG, sendo que para esta pesquisa escolheu-se trabalhar com a turma do noturno e utilizou-se a do integral como uma intervenção piloto. A concepção e o desenvolvimento da intervenção didática ocorrida na disciplina de Prática de Ensino III, do curso noturno de Licenciatura em Física, da UFG, serão apresentados, respectivamente, na segunda e terceira seções do terceiro capítulo deste trabalho.

Todas as aulas foram gravadas, sendo que para a transcrição foram selecionadas nove das 17 ministradas, do nono ao 17º encontro. A escolha dessas nove aulas se deveu ao fato de que foram nelas que se utilizou os eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para debater as visões deformadas da ciência.

Desse modo, tem-se nove aulas ocorridas no primeiro semestre letivo de 2020, na disciplina de Prática de Ensino III, do curso noturno de Licenciatura em Física, da UFG, que se apresentam como material de análise. Foi a partir desse material que se procurou apropriar da realidade que se encontrava à frente, na intenção de analisar o movimento da atividade desenvolvida e, também, buscar as relações inerentes ao objeto de pesquisa. O resultado desta análise será apresentado no quarto capítulo.

E, findado esse último processo de análise, voltou-se mais uma vez ao objeto de investigação a fim de se olhar uma última vez para o concreto, que agora não se encontra mais como uma realidade caótica, e sim como uma rica totalidade de determinações e de relações diversas. Esse último olhar possibilitou construir um concreto pensado e que é mediado pelo pensamento. As reflexões dessa última "viagem" encontram-se nas considerações finais do trabalho.

Feita essa introdução, os caminhos percorridos durante o processo de investigação deste trabalho serão detalhadamente apresentados a seguir.

# 1 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: PERSPECTIVAS E CAMINHOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

A relevante utilização da história e filosofia da ciência para uma educação científica de qualidade tem sido alvo de discussões há bastante tempo (IZQUIERDO, 1990; CUDMANI; SANDOVAL, 1991; MARTINS, 1990; LEDERMAN, 1992; MELLADO; CARRACEDO, 1993; MATTHEWS, 1994; JIMÉNEZ, 1995; MATTHEWS, 1995; PESSOA JR, 1996; ALTERS, 1997; ABD-EL-KHALICK; BOUJAOUDE, 1997; ABD-EL-KHALICK et. al, 1998; BARRA, 1998; McCOMAS, 1998; McCOMAS et. al, 1998; HARRES, 1999;; MARTINS, 2001; VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2001; VILLANI, 2001; SEROGLOU; KOUMARAS, 2001; ADÚRIZ-BRAVO *et al*., 2002; LEDERMAN *et al*., 2002; PRAIA *et al*., 2002; PRAIA *et al*., 2002a; IZQUIERDO; ADÚRIZ-BRAVO, 2003; OSBORNE *et al*., 2003; ALMEIDA, 2004; GRECA; FREIRE JR, 2004; EL – HANI *et al*., 2004; VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2004; ACEVEDO *et al*., 2005; ADÚRIZ-BRAVO, 2005; EL – HANI, 2006; MARTINS, 2006; PEDUZZI, 2006; CLOUGH, 2007; MARTINS, 2007; PRAIA *et al*., 2007; CLOUGH; OLSON, 2008; McCOMAS, 2008; VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2008; TEIXEIRA *et al*., 2009; CHINELLI *et al*., 2010; FILHO, 2011; OLIVEIRA; SILVA, 2011; RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2011; MATTHEWS, 2012; PEDUZZI *et al*., 2012; ACEVEDO *et al*., 2013; MARÍN *et al*., 2013; ASSIS, 2014; MOURA, 2014; MARTINS, 2015; HIDALGO; JUNIOR, 2016; BEJARANO *et al*., 2019). Grande parte desses trabalhos defendem uma abordagem contextualista para o ensino de ciências, isto é, apontam a necessidade de se aprender sobre a natureza da ciência para se ter uma aprendizagem das ciências (EL – HANI, 2006; MATTHEWS, 1995).

Advogar em favor de uma abordagem contextualista significa pensar o ensino em seus contextos ético, social, histórico, filosófico, tecnológico e ambiental. Segundo Matthews (1995) tal abordagem contribui para a educação científica, pois

> [...] (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência - a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem à ideologia cientificista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172).

Para além de possibilitar uma compreensão mais crítica sobre a construção e o desenvolvimento da atividade científica, tal abordagem também evidencia que não há um método científico universal. Muitas das vezes, os cientistas elaboram hipóteses a partir de ideias infundadas, criam analogias sem nexos, constroem teorias contraditórias e defendem suas ideias com argumentos nada científicos (MARTINS, 2006). Com o tempo, este conhecimento que aparentemente se mostrava sem coerência vai se estruturando e se fundamentando, as ideias vão se aperfeiçoando através de debates e críticas, mas sem a necessidade de atravessar etapas predeterminadas como em uma receita de bolo.

O que os autores citados acima defendem é que a história e filosofia podem contribuir para um entendimento mais integral da natureza multifacetada, complexa e dinâmica do conhecimento científico. Acreditam que um ensino de ciências baseado nesta perspectiva pode gerar uma certa compreensão do que nos cerca e uma apreciação maior da própria ciência, bem como provocar o debate sobre questões éticas e políticas em torno desse conhecimento. Nesse sentido, uma abordagem contextualista sustenta que a educação científica não pode ser apenas uma espécie de treinamento para a resolução de exercícios, como geralmente é realizado nas escolas (MATTHEWS, 1994).

Como se sabe, o ensino tradicional de ciências centra-se quase que exclusivamente na apresentação de conteúdos inerentes à estrutura interna da disciplina, tais como conceitos e exercícios de aplicação das leis e teorias. Tradicionalmente deixa-se de lado a discussão sobre o que é a ciência, como ela funciona e se desenvolve, qual sua relação com a sociedade e quais valores os cientistas utilizam em seu trabalho profissional. Como consequência disso, transmite-se uma imagem deformada, que corresponde a um conhecimento científico acabado, definitivo, autoritário, dogmático e incontestável (VÁZQUEZ-ALONSO, 2004).

Entretanto, se por um lado existe uma escola que não se mostra preocupada em incluir em seu currículo a história e filosofia da ciência, por outro não se pode negar os esforços dos membros da área de pesquisa em Ensino de Ciências para levar aos diferentes níveis educacionais essa perspectiva. Para Adúriz-Bravo (2002; 2005) a história e filosofia da ciência possuem um valor cultural, intrínseco e instrumental. Cultural por ser uma criação intelectual construída por homens e mulheres em diferentes épocas e lugares, assim como a própria ciência; intrínseca por possibilitar uma reflexão teórica acerca da ciência, complementando e potencializando os conteúdos científicos, o que proporciona uma imagem mais dinâmica/completa e menos normativa/dogmática da ciência e instrumental por auxiliar

no ensino e aprendizagem de ciência, o que permite ir além dos resultados finais do processo de construção do conhecimento científico.

Em outras palavras, a história e filosofia da ciência têm a capacidade de promover um ensino "em" e "sobre" ciência, ou seja, um ensino que aborda os aspectos internos da ciência (leis, teorias, hipóteses, etc.), bem como busca compreender fatores externos a esta atividade (MATTHEWS, 1994). Portanto, a utilização didática da história e filosofia da ciência tem a pretensão de humanizar o processo de construção do conhecimento científico ao refletir sobre os próprios alicerces desse conhecimento (HIDALGO; JUNIOR, 2016).

Trata-se de uma perspectiva que pensa o ensino de ciências para além dos conteúdos tradicionais, buscando entender a produção, a evolução, a avaliação e difusão da ciência, bem como sua relação com o contexto de determinada época (BEJARANO *et al*., 2019). Para isso, é necessário entender que a ciência não é fruto somente da mente de "grandes gênios", mas de um coletivo de pessoas e instituições que são passíveis de erros e falhas, como em qualquer atividade exercida por homens e mulheres.

No fundo, o que se pretende com o uso didático da história e filosofia da ciência é que se proporcione aos sujeitos da atividade educacional uma formação humana, em que exista sempre uma preocupação para uma atuação crítica na sociedade. Nas palavras de Assis:

> A história e a filosofia da ciência no ensino de ciências, na medida em que oferecem uma concepção de ciência mais contextualizada, podem contribuir para "formação de cidadãos mais responsáveis". O ensino de ciências precisa considerar qual é o papel social da ciência, que tipo de ciência está sendo produzida e qual sua finalidade (ASSIS, 2014, p. 154).

Defende-se, então, a formação de um cidadão completo que se dá através de um processo educacional mais amplo, em que além dos aspectos internos da ciência, as relações políticas, econômicas, sociais e éticas sejam evidenciadas, com o intuito de fazer com que professores e estudantes se tornem mais conscientes dos diversos elementos da construção do conhecimento científico. Dessa forma, entendendo a sala de aula como um ambiente responsável por transmitir a herança cultural da humanidade, em que a ciência é uma das partes importantes desse patrimônio, a história e filosofia da ciência possibilitam a formação de sujeitos mais comprometidos com suas responsabilidades sociais e profissionais (MATTHEWS, 1994).

No intuito de refletir sobre a história e filosofia da ciência, em especial seu uso didático, este capítulo buscará elementos teóricos que auxiliem nessa reflexão. Com essa perspectiva, na próxima seção será apresentada uma síntese do debate acerca da história e

filosofia da ciência, para, em seguida, na segunda seção deste capítulo, identificar qual história e filosofia interessam ao ensino de ciências.

## 1.1 Uma breve discussão sobre a história e filosofia da ciência

Neste trabalho, a história e a filosofia da ciência são tidas como complementares, acompanhando a maior parte da literatura que trata esse binômio. Tal postura é adotada por entender que uma história da ciência sem uma devida reflexão filosófica é totalmente vulnerável à crítica, ou como dito por Imre Lakatos (1987): a filosofia da ciência é vazia sem história da ciência; a história da ciência é cega sem filosofia da ciência. Esta é uma premissa que será adotada aqui, visto que ao explicitar uma ficará notório como ambas se conectam e como se complementam para um melhor entendimento sobre a aquilo que se denomina ciência.

A história pode ser entendida como um "conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região [...]. Ela é constituída por um encadeamento de atividades humanas ao longo do tempo" (MARTINS, 2005, p. 115). Segundo Martins (2005), o produto do estudo dessa história por historiadores é a historiografia. Portanto, a historiografia da ciência seria a análise dos episódios históricos da ciência a partir de documentos e fatos, mas sem se constituir como uma mera descrição dos acontecimentos. Esta se mostra carregada de crenças e posições filosóficas que o historiador da ciência possui, o que leva a uma diversificação de enfoques no interior do campo de conhecimento destinado à história da ciência. Para a definição que se busca nesta seção serão apresentados dois desses, os enfoques **internalistas** e **externalistas** (OLIVEIRA; SILVA, 2011).

O primeiro seria um enfoque conceitual, em que se discutem elementos relacionados a fatores internos da ciência, como a construção histórica relacionada a teorias e conceitos (MARTINS, 2005a). O problema de um enfoque puramente internalista é um possível anacronismo, isto é, olhar o passado a partir das lentes teóricas atuais. Por exemplo, "um astrônomo sem visão histórica que se volte para um texto astrológico medieval será levado a tentar separar a 'boa ciência' das 'superstições' lá contidas, adotando como critério a visão atual de ciência astronômica" (MARTINS, 2001, p.15).

Essa postura faz com que sejam valorizados apenas os trabalhos "vitoriosos" que contribuíram para o que se tem na ciência atualmente, não apresentando os confrontos que existiram entre ideias distintas e desprezando aquelas que foram abandonadas ao longo do tempo (MARTINS, 2000). Trata-se de uma historiografia baseada na existência de "grandes

gênios" que a partir de um método infalível derrubavam as ideias "equivocadas" de seus adversários e predecessores (MARTINS, 2001).

Por outro lado, em uma abordagem predominantemente externalista, o contexto espacial e temporal de determinada construção científica passam a ser o conteúdo principal. Neste enfoque, ressalta-se o papel dos aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos ao longo do desenvolvimento científico, isto é, o interesse está nos fatores ditos extracientíficos (MARTINS, 2005a). Este tipo de análise histórica demonstra que não existe neutralidade na ciência e que o fazer científico está carregado de valores não epistêmicos, ressaltando as crenças, desejos e intenções inerentes aos cientistas nas tomadas de suas decisões (MARTINS, 2001). Apesar disso, se este enfoque for também adotado de forma única, existe um problema, pois uma descrição da ciência que não inclua os elementos específicos será incapaz de desvelar muitos aspectos desta atividade (MARTINS, 2000; IZQUIERDO; ADÚRIZ-BRAVO, 2003).

Para exemplificar isso, Martins (2000) utiliza de um episódio histórico que envolve os dois prêmios Nobel conquistados por Marie Curie. Numa postura especificamente externalista, o debate iria se desenvolver sobre os apoiadores à indicação do nome de Curie para as disputas, os tipos de pressões e negociações envolvidas nesse processo e quais interesses por parte da comissão avaliadora em dedicar esses prêmios a ela.

Já um historiador que levasse em consideração apenas o conteúdo do trabalho científico, em um enfoque tipicamente internalista, iria analisar a conquista dos dois prêmios de formas bem distintas. Provavelmente, ele iria evidenciar o merecimento do Nobel de 1903, devido à grande contribuição de Curie para o estudo da radioatividade, mas ao mesmo tempo iria negar este merecimento para o segundo prêmio que foi dado em 1911, por não ter havido grandes contribuições científicas por parte dela entre estes dois períodos. Nesse segundo Nobel, os elementos ditos extracientíficos seriam mais adequados para entender esta premiação (MARTINS, 2000).

Neste exemplo, pode-se observar que os dois enfoques são importantes para o trabalho historiográfico. Se tratados de forma isolada, isso levará à perda de elementos essenciais para o entendimento de determinado momento histórico. Por isso, um estudo completo, em especial para o ensino de ciências, deve envolver tanto questões internalistas quanto externalistas (OLIVEIRA, SILVA; 2011; HIDALGO; JUNIOR, 2016).

Mas, somente fazer isso não é o suficiente. A objetividade em história da ciência é algo praticamente impossível, por mais que possa ser desejada. A história não se revela simplesmente aos olhos do historiador, ela é construída. Fontes e materiais são selecionados,

perguntas devem ser elaboradas e decisões sobre aspectos internos e externos à atividade científica precisam ser tomadas. Todas essas questões sofrem influências sociais, políticas, religiosas, econômicas, etc (MATTHEWS, 1995). Dessa forma, para evitar reducionismos é necessário também discutir acerca da própria natureza da ciência, o que corrobora a ideia de se relacionar a história com a filosofia (HIDALGO; JUNIOR, 2016).

Dito isso e conscientes de que o foco aqui não é entender a filosofia como um todo e sim uma parte dela, que é a filosofia da ciência, torna-se necessário fazer-nos a pergunta: o que é a ciência?

Esta questão pode ser pensada de diferentes maneiras. Caso ela remeta ao que tem sido a ciência, a resposta deve partir de descrições sobre essa atividade ao longo do tempo e isso seria algo atribuído a pesquisadores da área de pesquisa em História da Ciência. Mas se a pergunta estiver relacionada ao que deveria ser a ciência ou ao que pode/não pode ser ciência, cabe à Filosofia da Ciência tentar responder (MARTINS, 1999).

Infelizmente, a caracterização do que seria a filosofia da ciência ao longo da história também foge do objeto deste trabalho, então, ao invés de se preocupar com isso, este trabalho irá se ater à discussão sobre a natureza da ciência. Para esta tarefa, serão utilizadas as atas da Conferência Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em 1965 na cidade de Londres (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

A justificativa de se usar essas atas se deve ao fato de que elas revelam uma parte significativa da concepção dos quatro mais conhecidos nomes da filosofia da ciência do século passado (Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Paul Feyerabend[5]). Assim, parte-se do pressuposto que estas concepções são suficientes para se ter uma noção básica sobre a natureza da ciência. Nessas atas, o direcionamento da discussão entre os filósofos se deu com base nas ideias revolucionárias de Kuhn[6], que foi inclusive quem forneceu o texto inicial para o debate.

[5] Além destes, outros filósofos da ciência contribuíram também para a construção das atas do evento. São eles: John Watkins (“Contra a “ciência normal”), Stephen Toulmin (“É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionaria?”), L. Pearce Williams (“Ciência normal, revoluções científicas e a história da ciência”) e Margaret Masterman (“A natureza do paradigma”) (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979). Estes ensaios não serão aqui tratados, por entender que para a finalidade que se destina esta seção, os ensaios escritos pelos quatro nomes evidenciados acima são suficientes.

[6] No prefácio de sua obra “A Estrutura das Revoluções Científicas”, Kuhn (2017) menciona o ensaio “Gênese e desenvolvimento de um fato científico”, de autoria de Ludwik Fleck, publicado em 1935, como sendo um antecipador de muitas das suas próprias ideias, em especial o estudo sociológico da comunidade científica. Como o trabalho aqui proposto não tem a intenção de realizar um tratado sobre todas as nuances das diferentes perspectivas de história e filosofia da ciência, a obra de Fleck (2010) fica registrada apenas como sugestão de leitura.

Com o título “Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?”, Thomas Khun (1979) realiza uma comparação entre as ideias presentes em “As estruturas das revoluções científicas” (2017) e a concepção popperiana de ciência. Para ele ambas as abordagens são “quase idênticas” e sobre essa similaridade entre as abordagens, ele destaca:

> Interessa-nos muito mais o processo dinâmico por meio do qual se adquire o conhecimento científico do que a estrutura lógica dos produtos da pesquisa científica. Em face desse interesse, ambos enfatizamos, como dados legítimos, os fatos e o espirito da vida científica real, e ambos nos voltamos com frequência para a história no intuito de encontrá-los. Desse conjunto de dados partilhados, chegamos a muitas das mesmas conclusões. Ambos rejeitamos o parecer de que a ciência progride por acumulação; em lugar disso, enfatizamos o processo revolucionário pelo qual uma teoria mais antiga é rejeitada e substituída por uma nova teoria, incompatível com anterior; e ambos sublinhamos enfaticamente o papel desempenhado nesse processo pelo fracasso ocasional da teoria mais antiga ao enfrentar desafios lançados pela lógica, experimentação ou observação (KUHN, 1979, p. 6).

Além desses pontos que mostram as convergências no pensamento de ambos, Kuhn também evidencia a posição que tanto ele quanto Popper assumem no que tange à relação intrínseca entre teoria e observação, o que impede que qualquer observação seja neutra. Entretanto, o filósofo não se ocupa em indicar somente as semelhanças entre as duas concepções. Uma das principais críticas feitas por ele é sobre o lugar em que ocorrem os testes e os erros na concepção de Popper.

Para Kuhn, esses dois elementos são fundamentais para a compreensão do que ele chama de “ciência normal”, que é a etapa que caracteriza o trabalho da maioria dos cientistas e que ocupa a maior parcela de tempo na cronologia da história da ciência. Na visão de Kuhn, Popper se equivoca em não dar atenção a esse momento da atividade científica, uma vez que, na leitura de Kuhn, Popper prioriza apenas - em sua análise - as partes revolucionárias da ciência, que por sua vez, segundo Kuhn acontecem ocasionalmente ao longo da história.

A concepção de Kuhn é que na “ciência normal”, o papel do cientista é o de resolver “charadas” a partir do uso da teoria vigente[7]. Caso a proposta do cientista em questão mostre algum equívoco, este irá revelar apenas as incapacidades do sujeito de não resolver o problema colocado, não servindo para se colocar a teoria aceita em cheque. No período de

[7] No livro “As Estruturas das Revoluções Científicas”, Kuhn (2017) utiliza o termo “paradigma” para se referir aqui ao que ele chama de “teoria”. Trata-se apenas de uma simplificação linguística utilizada para facilitar a comparação entre suas ideias e a de Popper. O conceito de paradigma é por demais complexo para se reduzir ao conceito de teoria e mais ainda para se tratar aqui. Para mais informações consultar o próprio livro “As Estruturas das Revoluções Científicas”, bem como um capítulo das atas do mesmo evento aqui estudado, que denomina-se “A Natureza de um paradigma” escrito por Margaret Masterman (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

"ciência normal" a teoria dominante não está em jogo, na verdade é ela quem dita as regras a serem jogadas. Dessa forma, para Kuhn (1979, p. 19) é problemática a impressão de que "teorias inteiras podem ser julgadas pela mesma espécie de critérios que se empregam para julgar as aplicações de pesquisa individual de uma teoria."

Os exemplos de testes utilizados por Popper, como as experiências de Lavoisier sobre oxidação ou a expedição de Einstein de 1919 para estudar o eclipse, segundo Kuhn servem apenas para ilustrar aquilo que ele caracteriza em seu livro como período de "revolução científica". Para o filósofo, tais episódios são raros na história da ciência e acontecem em circunstâncias bem especiais, o que torna um equívoco fazer uma análise global desta atividade tendo como foco apenas estes momentos, ou seja, esquecendo-se do período de "ciência normal". Na perspectiva de Kuhn, os testes mais comuns na atividade científica se encontram nesse período de normalidade e, como dito acima, os erros colocam a prova muito mais as habilidades do cientista que a teoria em vigor.

Todavia, levando-se em consideração apenas o período de revolução de que ambos tratam, existe também outro ponto importante que diferencia o pensamento dos dois filósofos. Trata-se da ideia sobre quais critérios servem aos cientistas nas escolhas entre teorias concorrentes. Enquanto Popper estabelece a estrutura interna à atividade científica como único critério, Kuhn afirma que esta não seria suficiente para entender essas escolhas. Para ele, essa explicação necessita ser feita também a partir de uma psicologia ou de uma sociologia da ciência, em que se torna necessário descrever o sistema de valores de cientistas e de instituições a fim de se encontrar uma resposta mais completa para essa questão. E é este aspecto, segundo Kuhn, que mais distingue suas ideias das de Popper, isto é, a concepção sobre as relações que influenciam o desenvolvimento científico.

Em resposta, no ensaio denominado "A ciência normal e seus perigos", Karl Popper (1979) diz que Kuhn não o entendeu ou talvez o tenha interpretado mal em alguns pontos, apesar de afirmar que a crítica de Kuhn foi a mais interessante que ele já tinha recebido até então. Para Popper existe uma certa concordância entre eles sobre o edifício que se estrutura a ciência, sobre aquilo que Kuhn chama de "ciência normal". Com o intuito de mostrar isso, ele apresenta um trecho do início do seu livro lançado em 1934:

> Um cientista empenhado em pesquisa – digamos que no campo da física – pode atacar diretamente o problema que enfrenta. Pode penetrar, de imediato, no cerne da questão, isto é, no cerne de uma estrutura organizada. Com efeito, conta sempre com a existência de uma estrutura de doutrinas científicas já existentes e com uma situação – problema que é reconhecida como problema nessa estrutura. Essa a razão

> por que pode entregar a outros a tarefa de adequar sua contribuição ao quadro geral do conhecimento científico (POPPER, 2013, p. 23).

Segundo Popper, esta passagem descreve a situação "normal" de um cientista, muito semelhante à ideia de Kuhn e que o fato de ele não ter destacado isso em sua crítica lhe parece significativo. Como suposição, o filósofo sugere a ideia de que Kuhn tenha lido o livro a partir de expectativas preexistentes, o que seria, inclusive, consequência da tese que diz que tudo é abordado à luz de uma teoria preconcebida. Para Popper, as pessoas estão sujeitas a escolher coisas das quais gostam ou desgostam, de acordo com seus motivos, e isso, segundo ele, deve ter influenciado Kuhn em sua leitura.

Segundo o filósofo, existiria o que Kuhn chama de "ciência normal", mas com algumas ressalvas. Ele discorda, por exemplo, sobre as características atribuídas aos cientistas por Kuhn em seus afazeres dentro desse período de normalidade. Em sua concepção, um cientista que apenas se importa em trabalhar com "enigmas" fundamentados por um paradigma dominante de forma acrítica é digno de pena; culpa de um ensino dogmático, vítima de uma doutrinação. Popper afirma que na história da ciência poucos cientistas foram normais num sentido estritamente kuhniano. Isso implica que, para ele, não existe entre ambos apenas uma diferença de opiniões diante de alguns episódios históricos, mas sim uma distinção entre concepções sobre a própria natureza da ciência.

Na sequência de sua argumentação e a fim de demonstrar mais elementos que corroboram essa distinção entre eles, Popper analisa a ideia de paradigmas de Kuhn. Para Popper, sempre existiram proveitosas discussões entre teorias dominantes, com base em um debate crítico e na comparação entre vários referenciais. É claro que existe uma dificuldade de se realizar o diálogo entre pessoas com diferentes posições, mas foram esses embates entre o pensamento diverso que estimularam algumas das maiores revoluções intelectuais de todos os tempos. Portanto, assumir que a transição da mecânica de Newton para Einstein se deve a um salto de irracionalidades e que a estrutura interna da ciência seria de pouco interesse para a análise de episódios como esse, também estaria equivocado na concepção de Popper.

Neste ponto, ele também destaca que a grande diferença entre o pensamento dos dois se encontra na posição que essa estrutura ocupa no interior da ciência. Enquanto Kuhn entende que esta não seja suficiente para a escolha de um paradigma, Popper diz ao contrário e vai mais além: ele defende que a meta da ciência é construir teorias e que, a partir de uma discussão crítica, possa se chegar à verdade, mesmo que provisória. "Na ciência (e só na ciência) podemos dizer que fizemos progressos genuínos e sabemos mais agora do que sabíamos antes" (POPPER, 1979, p. 70).

Para Popper, esse processo de construção do conhecimento científico não poderia ser analisado com base na psicologia ou na sociologia, como proposto por Kuhn, pois não seria possível encontrar alguma descrição objetiva da natureza da ciência com estes aportes. Tarefa esta que, em sua concepção, caberia à estrutura interna da ciência.

Essas duas diferenças entre ambos também são destacadas por Lakatos na introdução do ensaio denominado "O Falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica" (1979). Além disso, para Lakatos, existem duas posições que se fundem na lógica da descoberta científica de Popper, uma primeira destacada por Kuhn e que Lakatos reforça, compreendida como um falseacionismo ingênuo e uma segunda, que em sua visão, escapa à Kuhn e que Lakatos denomina como falseacionismo sofisticado.

O falseacionismo ingênuo difere do falseacionismo sofisticado tanto no critério de demarcação quanto nas regras de falseamento (LAKATOS, 1979). Para o ingênuo, qualquer teoria que possa ser falseável é tida como científica. Já para o sofisticado, uma teoria só receberá esse *status* "se tiver um excesso corroborado de conteúdo empírico em relação à sua predecessora (ou rival), isto é, se levar à descoberta de fatos novos" (LAKATOS, 1979, p. 141). O crescimento da ciência não é visto como mérito de uma teoria isolada, mas sim da relação existente entre teorias (CHALMERS, 1993).

Nessa concepção, uma teoria só será falseada se outra teoria tiver sido proposta com as seguintes características: 1. prediz novos fatos; 2. explica a parte exitosa da teoria anterior ou rival; 3. parte do seu conteúdo excessivo é corroborada. Segue um exemplo dado por Lakatos:

> A teoria de Einstein não é melhor que a de Newton *porque* a teoria de Newton foi "refutada" e a de Einstein não o foi, existem muitas "anomalias" conhecidas na teoria einsteiniana. A teoria de Einstein é melhor do que – isto é, representa progresso quando comparada com – a teoria de Newton [...] (isto é, as leis da dinâmica, a lei da gravitação, o conjunto conhecido de condições iniciais; "menos" a lista de anomalias conhecidas, como o periélio de Mercúrio) *porque* explicava também, *até certo ponto*, algumas anomalias conhecidas e, além disso, proibia acontecimentos como a transmissão da luz ao longo de linhas retas perto de grandes massas, a cujo respeito a teoria de Newton nada dissera, mas que haviam sido permitidos por outras teorias científicas bem corroboradas do tempo, ademais, *pelo menos parte* do inesperado excedente de conteúdo einsteiniano era de fato corroborada (por exemplo, pelas experiências do eclipse) (LAKATOS, 1979, p. 152).

O que se pode observar é que o excedente de corroboração tem papel fundamental para o falseacionista sofisticado. Se para o falseacionista ingênuo nada se aprende de teorias comprovadas, apenas se ela for refutada, para o falseacionista sofisticado aprender acerca de uma nova teoria é aprender que novos fatos foram por ela antecipados (LAKATOS, 1979).

Nessa perspectiva, existem dois tipos de conjecturas que podem ser feitas a respeito de uma teoria, as cautelosas e as audaciosas. As primeiras são vistas como uma situação não problemática, algo que é esperado como consequência do arcabouço teórico em utilização. Confirmar este tipo de conjectura não representa novidade para o desenvolvimento do conhecimento científico, mas falseá-las sim, pois colocaria em xeque algo que até então não era tido como um risco para a teoria. Já a falseação de uma conjectura audaciosa não apresenta benefício para a ciência, seria só mais uma "ideia maluca" que se revelou equivocada. Não obstante, sua confirmação seria bem significativa, pois assinalaria a descoberta de algo novo que era desconhecido ou considerado improvável. Dessa forma, diferentemente do falseacionista ingênuo, para o falseacionista sofisticado tanto a confirmação quanto a falseação são importantes (CHALMERS, 1993).

No entanto, para Lakatos (1979), mesmo a concepção do falseacionismo sofisticado não consegue produzir uma caracterização adequada da origem e do desenvolvimento da ciência. A própria história da ciência, que é utilizada muitas vezes por Popper (2013) como recurso para justificar seu falseacionismo, mostra, segundo o filósofo, que existem relações mais complexas que confirmações e falseações na construção do conhecimento científico (CHALMERS, 1993). Como proposta a esta tarefa de melhor descrever a ciência, Lakatos (1979), na segunda seção de seu ensaio, apresenta: "Uma metodologia dos programas de pesquisa científica".

De acordo com Lakatos:

> Todos os programas de pesquisa científica podem ser caracterizados pelo "núcleo". A heurística negativa do programa nos proíbe dirigir o *modus tollens* para esse "núcleo". Ao invés disso, precisamos utilizar nosso engenho para articular ou mesmo inventar "hipóteses auxiliares", que formam um *cinto de proteção* em torno do núcleo, e precisamos redirigir o *modus tollens* para *elas*. É esse cinto de proteção de hipóteses auxiliares que tem de suportar o impacto dos testes e ir se ajustando e reajustando, ou mesmo ser completamente substituído, para defender o núcleo assim fortalecido (LAKATOS, 1979, p. 163)

A heurística negativa é a irrefutabilidade do núcleo, que deve permanecer intacto e sem modificações ao longo do desenvolvimento do programa. Esta é uma decisão metodológica dos cientistas envolvidos, sendo que as anomalias que surgirem devem conduzir a mudanças apenas no cinto protetor. As três leis da dinâmica e a lei da gravidade formam o que Lakatos (1979) chama de núcleo do programa de Newton.

Além da heurística negativa, a heurística positiva também é característica dos programas de pesquisa. Estas são as "sugestões ou palpites" feitos com a intenção de modificar e sofisticar o cinturão protetor (LAKATOS, 1979). É a heurística positiva que

indica o desenvolvimento do programa de pesquisa. A partir desta, o núcleo é suplementado permitindo explicar e prever novos fatos. O programa de pesquisa será progressivo ou degenerescente caso as novidades encontradas pela heurística positiva sejam um sucesso ou um fracasso (CHALMERS, 1993).

Para exemplificar a metodologia dos programas de pesquisa científica, Lakatos (1979) utiliza-se da construção do modelo atômico de Bohr. Este modelo surge do problema da estabilidade do átomo no modelo planetário de Rutherford, pois de acordo com a teoria eletromagnética de Maxwell – Lorentz, o átomo deveria se desintegrar. Bohr então sugere que as incongruências sejam ignoradas por ora e propõe postulados que funcionam como o núcleo do programa de pesquisa. São eles:

> (1) que a radiação de energia [no interior do átomo] não é emitida (nem absorvida) da maneira contínua presumida na eletrodinâmica comum, mas apenas durante a passagem dos sistemas entre diferentes estados "estacionários". (2) Que o equilíbrio dinâmico dos sistemas nos estados estacionários é governado pelas leis ordinárias da mecânica, ao passo que essas leis não vigem em relação à passagem dos sistemas entre os diferentes estados. (3) Que a radiação emitida durante a transição de um sistema entre dois estados estacionários é homogênea, e que a relação entre a frequência $v$ e a quantidade total de energia emitida $E$ é dada por $E = hv$, sendo $h$ a constante de Planck. (4) Que os diferentes estados estacionários de um sistema simples, composto de um elétron que gira em torno de um núcleo positivo, são determinados por uma condição: que o quociente entre a energia total, emitida durante a formação da configuração, e a frequência da revolução do elétron seja um múltiplo inteiro de $1/2h$ [...]. (5) Que o estado "permanente" de qualquer sistema atômico, isto é, o estado de máxima energia emitida, é determinado por uma condição: que o momento angular de cada elétron em torno do centro de sua órbita seja igual a $h/2\pi$ (BOHR, 1913, p. 874 *apud* LAKATOS, 1979, p. 173).

A ideia de Bohr era tentar primeiro entender o átomo de hidrogênio. Seu primeiro modelo de 1913 apontava fatos até então não previstos por nenhuma teoria anterior. Mesmo que alguns comprimentos de ondas fossem já conhecidos através das séries de Balmer de 1885 e de Paschen de 1908, o primeiro modelo de Bohr predizia a existência de mais comprimentos de onda no espectro de hidrogênio do que os estipulados por Balmer e Paschen.

Ainda assim, nem todo conteúdo deste modelo inicial foi corroborado. A anomalia se encontrava na série ultravioleta de Pickering-Fowler, linhas que, de acordo com o primeiro modelo de Bohr, não deveriam existir na emissão do átomo de hidrogênio.

Esta série foi descoberta por Pickering em 1896 no espectro da estrela Puppis. Fowler, após encontrar a primeira linha desta série no Sol em 1898, produziu-a por completo em um tubo de descarga com hidrogênio e hélio. Apesar da existência do hélio, a série apresentava o mesmo número de convergência da de Balmer, além do que Fowler mostrou

que o hélio não poderia ser o responsável pela emissão desta; detalhe que retirava da argumentação que tal série não seria típica por não ser a de hidrogênio.

Bohr então propôs o segundo modelo de seu programa de pesquisa: o modelo do hélio ionizado. Esse modelo prediz uma série ultravioleta no espectro do hélio ionizado que coincide com a série de Pickering-Fowler e vai mais além: prediz que a série pode ser obtida com linhas mais fortes a partir da construção de um tubo que contenha hélio e cloro. Aquilo que era visto como um problema para o programa de pesquisa de Bohr se transformou em uma corroboração.

Apesar disso, esta ideia foi colocada em dúvida por Fowler, que dizia que o ajustamento de Bohr falhava, pois, os comprimentos de onda encontrados em sua série distinguiam-se significativamente dos de Bohr. O que era de certa forma esperado, pois os cálculos de Bohr levavam em conta um elétron que girava em torno de um núcleo positivo fixo. Para corrigir bastou considerar a massa reduzida do sistema, o que levou à construção do terceiro modelo dentro do programa de pesquisa de Bohr.

Com este exemplo, pode-se perceber que, por mais que as dificuldades apareçam durante o desenvolvimento do programa, o seu núcleo sequer foi questionado por Bohr. Como dito anteriormente, a heurística negativa garante a irrefutabilidade do núcleo e tudo que venha a ser modificado ou acrescentado ocorre no cinturão protetor. As anomalias que surgiram foram transformadas em novos fatos corroborados, o que deu ao programa de Bohr, nesses momentos de sucesso, o caráter progressivo de um programa de pesquisa.

Para Lakatos (1979), a construção de modelos faz parte da atividade do cientista em um programa de pesquisa. Ao longo da heurística positiva, estes modelos vão ficando cada vez mais teoricamente complexos e as evidências empíricas não são tão importantes nesses momentos, inclusive muitas vezes são ignoradas. As refutações iniciais a esses modelos são esperadas, a heurística positiva existe tanto para predizer quanto para “digeri-las”.

Isso implica uma certa autonomia teórica frente aos dados empíricos. Os problemas escolhidos por cientistas em um programa de pesquisa são determinados pela heurística positiva, muito mais do que pelas anomalias oriundas das experiências. Como na construção dos subsequentes modelos de Bohr, estas são colocadas de lado a fim de se tornarem posteriormente em corroborações do programa.

O entendimento de ciência enquanto desenvolvimento dos programas de pesquisa se encontra mais próximo das ideias de Popper do que das de Kuhn. Se para Kuhn, o período de “ciência normal” é caracterizado pela vigência de um único paradigma, para Lakatos

(1979), dois ou mais programas de pesquisa podem conviver. Para ele, a história da ciência mostra que foram poucos os momentos históricos em que houve "monopólios científicos", em grande parte do tempo o "pluralismo teórico" é o que sempre vigorou.

Outro ponto que traz uma aproximação entre Lakatos e Popper é o aspecto racional como característica principal para a escolha de programas de pesquisa. Para Lakatos (1979), assim como para Popper, as questões sociológicas ou as psicológicas não servem como explicação para a tomada de decisões.

Todavia, apesar destas semelhanças, existe uma distinção entre o pensamento de ambos. Lakatos afirma que (1979, p. 222) a crítica "não mata nem deve matar" um programa tão depressa como imagina Popper. Não se pode esperar que um programa degenerescente ceda espaço para um rival rapidamente ou que possa ser enterrado de vez. Para Lakatos, trata-se de um erro pensar que um programa não deve ser apresentado até que se esgotem todas as possibilidades de seu rival. Por mais saturado que se mostre um programa, nada impede que novas condições o resgate novamente e o coloque em um caminho progressivo de desenvolvimento.

Segundo Feyerabend (1979, p. 266), esse tempo que deve ser dado a um programa de pesquisa a fim de avaliá-lo, a afirmação de que o julgamento deve ser aplicado *a posteriori* para aí sim poder afirmar se o programa possui um caráter degenerescente ou progressivo, faz com que a proposta de Lakatos (1979) não passe de um "ornamento verbal". Seria apenas uma "tosca" concepção em que se acredita ser possível compreender a ciência seguindo umas "regras simples e racionais" (FEYERABEND, 1979, p. 266).

Feyerabend então questiona: pode-se supor que a ciência seja irracional? Sua resposta é sim e não! Sim, porque inexiste qualquer metodologia que dê conta de guiar os sujeitos pelos caminhos seguidos pela ciência ou que permite que estes refaçam os percursos, quer como historiadores ou participantes. Não, porque um episódio singular pode ser explicado em função de razões lógicas aceitas em seu tempo ou inventadas durante seu desenvolvimento. Sim, porque nem o ajuntamento de todas essas razões são suficientes para explicar todas as características relevantes desse episódio (é necessário "acrescentar acidentes, preconceitos, condições materiais [...], as vicissitudes da vida de casados, inadvertência, superficialidade, orgulho, e muitas outras coisas para se obter um quadro completo"). Não, porque transportados para o momento histórico de tal episódio pode-se tentar "superar acidentes e 'racionalizar' até a mais caprichosa sequência de acontecimentos" (FEYERABEND, 1979, p. 267).

Todavia, Feyerabend é enfático em dizer que em sua concepção, por mais puritano e racionalista que for o sujeito, ele sempre será forçado a deixar de lado os argumentos lógicos em prol de publicidade que enaltece sua posição. Não que os primeiros se tornem inválidos, mas sim porque as condições psicológicas do momento fazem com que estes desapareçam.

Feyerabend (1979) entende a ciência como uma construção humana, inclusive os possíveis padrões que se supõem existentes nessa atividade são frutos dessa criação. Para ele, isso faz com que as escolhas e decisões tomadas na ciência possam ser devidas a meros gostos pessoais, o que não retira a importância que o raciocínio tem no desenvolvimento desta. Isto é, a natureza da ciência é algo complexo, que possui distintos aspectos a serem analisados e que não pode ser separada do restante da história. Ela é construída pela humanidade, por isso vem carregada de todas as "sandices do homem" (FEYERABEND, 1979, p. 266).

Segundo Feyerabend (1979), a ciência deveria ter como máximo valor a felicidade e o pleno desenvolvimento humano. Para ele, esses valores não excluem outros como a busca pela verdade, tão essencial ao desenvolvimento científico, mas sim estabelece que tal atividade permita que pessoas possam desenvolver todos os seus talentos sem serem limitados por instituições.

Mesmo entendendo que é impossível historicamente estabelecer alguma metodologia que descreva realmente a natureza da ciência, ou seja, *everything goes*, Feyerabend (1979, p. 258) afirma que, se isso for possível, em um "conto de fadas metodológico", dois conceitos são traços essenciais do "desenvolvimento real da ciência": o de tenacidade e o de proliferação.

O princípio de tenacidade exige que uma teoria seja conservada ainda que haja dados incompatíveis com ela. Isso faz com que cientistas não sejam somente estimulados a seguir com suas inclinações, mas também a desenvolvê-las e a evidenciá-las. Diante da crítica, que envolve uma comparação com outras teorias, a teoria atingirá um nível mais alto de compreensão, levando aqueles que estão em sua defesa a um nível mais alto de conhecimento.

Já o princípio da proliferação é uma crítica à ideia de Kuhn de "ciência normal", em que as soluções de enigmas com base em um paradigma vigente são exclusividades e duram decênios ou até mesmo séculos, sendo o crescimento do número de anomalias do próprio paradigma o responsável pelas revoluções científicas. Feyerabend (1979) classifica isso como um mito e diz que o desenvolvimento da ciência se dá a partir da ativa interação

entre diferentes paradigmas, o que acontece o tempo todo, não somente em algumas fases desse desenvolvimento.

Como exemplo, Feyerabend (1979) cita o segundo terço do século XIX, onde três diferentes e mutuamente incompatíveis paradigmas (teoria mecânica, teoria do calor e teoria eletromagnética) foram os responsáveis, devido as suas interações, pela "queda da física clássica" (FEYERABEND, 1979, p. 257). Dessa forma, o filósofo retira da atividade de solução de problemas o *status* de responsável pelo crescimento do conhecimento científico como propõe Kuhn e estabelece que isso se dá através da relação entre várias concepções sustentadas com tenacidades.

Por fim, Thomas Kuhn (1979a), no último ensaio das atas da Conferência Internacional sobre Filosofia da Ciência (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979), retoma os principais pontos do debate, mas não apresenta nada além do que já tinha sido dito anteriormente. Ele apenas mantém a defesa de sua proposta diante das críticas dos outros filósofos e destaca a dificuldade que é estabelecer o diálogo entre pessoas com diferentes concepções.

E é justamente esta complexidade de diálogo o problema central para se levar o estudo sobre a natureza da ciência para a sala de aula, dado que as diferentes concepções que coexistem sobre a construção e desenvolvimento do conhecimento científico como apresentado acima, algumas até contraditórias, complexificam a utilização da história e filosofia no ensino de ciências (ADÚRIZ-BRAVO *et al*., 2002, ASSIS, 2014).

Se por um lado, os conceitos e processos científicos são apresentados na educação científica em uma forma estagnada, definida e delimitada, a natureza da ciência se mostra cheia de acordos e desacordos por parte de historiadores, filósofos, cientistas e educadores. Trata-se de um campo recheado de incertezas e discussões, o que traz dificuldade para sua inserção no ensino (VÁZQUEZ-ALONSO, 2004).

Em meio a essa atmosfera de luzes e sombras, até mesmo o conceito de natureza da ciência é expresso de diferentes maneiras dependendo do referencial (VÁZQUEZ-ALONSO, 2004). Normalmente, o termo é utilizado como sinônimo de epistemologia da ciência ou teoria do conhecimento científico, bem como estudo dos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento da ciência (LEDERMAN, 1992; ABD-EL-HHALICK *et al*., 1998). Contudo, para Lederman *et al.* (2002), as pessoas confundem natureza da ciência com processos científicos. Enquanto, para os autores, os processos são atividades relacionadas à coleta e à interpretação de dados, a natureza da ciência se preocupa com os valores e com as premissas epistemológicas subjacentes a essas atividades.

Já em uma outra perspectiva, de certa forma mais radical, Matthews (2002) recomenda que se mude a própria terminologia, pois isso evitaria "armadilhas filosóficas e educacionais", tal como o "confuso" emaranhado constituído por epistemologia, sociologia, psicologia, ética e economia. Sua sugestão é que, em vez de se utilizar o termo "natureza da ciência", se passe a usar "características da ciência", o que flexibilizaria o conceito, permitindo incluir as questões epistêmicas, metodológicas e sociológicas da ciência.

Todavia, como apresentado nesta seção, dada a natureza multifacetada e complexa da ciência, essas discordâncias são esperadas, pois são concepções que mudam ao longo do tempo em um processo que acompanha o próprio desenvolvimento científico (LEDERMAN *et al*., 2002). Diante disso, concorda-se com Abd-El-Hhalick *et al*. (1998) e assume-se que essas divergências são por demais abstratas para o ensino de ciências, não tendo a intenção de formar filósofos ou historiadores, mas sim professores e estudantes de ciências (FILHO, 2011).

Com essa perspectiva, entende-se que a natureza da ciência

> [...] engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2008).

Isso significa que neste trabalho será usada a expressão natureza da ciência para se referir às questões como o que é a ciência, quais os seus fundamentos, como os cientistas trabalham e a maneira como esse conhecimento se relaciona com a sociedade (CLOUGH, 2007; MCCOMAS, 2008). Ressaltando que a compreensão deste trabalho é que a natureza da ciência é "um conjunto de saberes ou 'olhares' metateóricos que trata das várias características da ciência, seja do ponto de vista internalista, seja em seu caráter eminentemente cultural e social" (BEJARANO *et al*., 2019, p. 967).

Dito isso, para além dessa discussão terminológica, neste trabalho se admite que existe, mesmo que superficial, um nível de consenso sobre o conteúdo de natureza da ciência que é aceitável para a educação científica (CARRASCOSA *et al*., 1993; ABD-EL-HHALICK *et al*., 1998; McCOMAS *et al*., 1998; GIL-PÉREZ *et al*., 2001; VÁZQUEZ-ALONSO, *et al*. 2001, FERNANDEZ *et al*., 2002; LEDERMAN *et al*., 2002; PRAIA *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; OSBORNE *et al*., 2003; VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2004; CACHAPUZ *et al*., 2005; FERNANDEZ *et al*., 2005; EL – HANI, 2006; PRAIA *et al*., 2007; McCOMAS, 2008; VÁZQUEZ-ALONSO *et al*., 2008; TEIXEIRA *et al*., 2009; ASSIS,

2014). Entende-se que, no ensino de ciências, estes consensos podem ser suficientes para que se tenha um mínimo de diálogo entre filósofos, cientistas, professores e estudantes. Com o objetivo de discutir essa posição, a próxima seção irá se desenvolver.

### 1.2 Qual história e filosofia interessam ao ensino de ciências?

Existe uma grande discrepância entre as visões de ciência proporcionadas pela história e filosofia da ciência contemporânea e as concepções dos professores e estudantes de ciências (LEDERMAN, 1992; CARRASCOSA *et al*., 1993; MELLADO; CARRACEDO, 1993; ABD-EL-KHALICK; BOUJAOUDE, 1997; ABD-EL-HHALICK *et al*., 1998; McCOMAS, 1998; McCOMAS; ALMAZROA, 1998; HARRES, 1999; GIL PÉREZ *et al*., 2001; VÁZQUEZ-ALONSO, *et al*. 2001, ADÚRIZ-BRAVO *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2002; LEDERMAN *et al*., 2002; PRAIA *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; OSBORNE *et al*., 2003; EL – HANI *et al*., 2004; CACHAPUZ *et al*., 2005; FERNANDEZ *et al*., 2005; EL – HANI, 2006, PRAIA *et al*., 2007; TEIXEIRA *et al*., 2009; CHINELLI *et al*., 2010; ACEVEDO *et al*., 2013; ASSIS, 2014; MARTINS, 2015). Na visão de grande parte desses professores e estudantes predominam concepções marcadas por um empirismo e indutivismo extremo (CARRASCOSA *et al*., 1993; FERNANDEZ *et al*., 2002), que trata a ciência como fruto de sucessivas confirmações experimentais, realizadas por homens, brancos, solitários e portadores de uma inteligência sobrenatural.

Entretanto, essa ideia equivocada sobre a natureza do conhecimento científico, por parte de professores e estudantes de ciência, não causa espanto, na medida em que essa imagem coincide com a forma que a ciência é propagada através de filmes, quadrinhos (GIL-PÉREZ *et al*., 2000), revistas, propagandas (CAMPANARIO, *et al*., 2001) e livros didáticos (McCOMAS, 1998; FERNANDEZ *et al*., 2002).

Grande parte desses materiais, em especial os livros didáticos e de divulgação científica, possuem referenciais não confiáveis, construídos a partir de enciclopédias ou páginas aleatórias da internet, criando conteúdos que servem a um público ingênuo. Segundo Martins (2006, p. 28), “esses livros e artigos contribuem para reforçar e perpetuar mitos daninhos a respeito dos ‘grandes gênios’, sobre as descobertas repentinas que ocorrem por acaso, e outros graves erros a respeito da natureza da ciência”. Diante disso, é preciso debater qual história e filosofia interessam ao ensino de ciências.

A partir do que foi apresentado na seção anterior, tem-se uma noção da dificuldade desse debate, pois não se pode negar o caráter complexo da natureza do

conhecimento científico. Entretanto, como já dito, isso não impede que se exprimam, para fins educacionais, alguns pontos de concordância entre as diferentes concepções históricas e filosóficas da ciência.

Contudo, antes de apresentar os elementos consensuais sobre a natureza da ciência, vale enfatizar as dificuldades em se falar de consenso (CLOUGH, 2007; CLOUGH; OLSON, 2008; MATTHEWS, 2012, BEJARANO *et al*., 2019). Compreende-se que essa perspectiva parece sugerir a existência de um modelo único de desenvolvimento da ciência ou que proclama certos "dogmas" que funcionam como uma espécie de caminho a ser seguido (MATTHEWS, 2012, BEJARANO *et al*., 2019), mas essa não é a concepção deste tranalho. Acredita-se na ideia de que se possam extrair certos consensos sobre a natureza da ciência, mas também concorda-se com Clough e Olson (2008) e Bejarano *et al*. (2019), em que, para o ensino de ciências, os aspectos tidos como consensuais só têm sentido quando utilizados em um contexto histórico.

Isso não significa abandonar ou simplificar as discussões sobre a natureza da ciência, e sim entender que o estudo desta possui intencionalidades diferentes quando realizadas em prol de uma educação científica. Nessa perspectiva, a inserção da natureza da ciência no ensino deve ser avaliada para além das controvérsias, isto é, deve-se pensar na sua contribuição de tornar mais inteligível o conhecimento científico para professores e estudantes.

Este reconhecimento da importância do estudo da natureza da ciência a partir da história e filosofia mostra a necessidade de implementar esta proposta nos cursos de formação de professores. Entre tantos benefícios que isso pode ocasionar, alguns já até citados (MATTHEWS, 1995), destaca-se que a história e a filosofia da ciência auxiliam os professores a melhor compreenderem a ciência que estão ensinando, bem como "obriga-os" a explicitar, refletir e confrontar suas ideias referentes à natureza do conhecimento científico, o que pode ocasionar em uma melhora dos seus desempenhos profissionais (ÁDURIZ-BRAVO *et al*., 2002; PRAIA *et al*., 2002).

Seguramente, os professores precisam conhecer o corpo de conhecimento que estão ensinando, como o papel das teorias, das suas relações com a observação, da experimentação, do método, de aspectos ligados à validade e à legitimidade dos seus resultados, o papel da comunidade científica e suas relações com a sociedade, isto é, é preciso levar a história, a filosofia e as inter-relações entre diferentes áreas do conhecimento para o centro da sala de aula (MATTHEWS, 1994; PRAIA *et al*., 2002). Como consequência disso,

o debate sobre a natureza da ciência passa a ser uma das parcelas fundamentais para o trabalho dos professores (ADÚRIZ-BRAVO *et al*., 2002).

Porém, existem poucos professores com formação adequada para pesquisar e ensinar história e filosofia da ciência. Geralmente, os cursos de formação de professores apenas fornecem conteúdos básicos de ciência, o que leva a uma compreensão limitada por parte dos futuros professores da estrutura e desenvolvimento da natureza do conhecimento que irão ensinar (ABD-EL-KHALICK; BOUJAOUDE, 1997). Um dos motivos de tal formação deficitária deve-se ao fato que grande parte dos professores formadores não possuem domínio sobre este campo, muitos são, inclusive, improvisados para tratarem do tema (MARTINS, 2006).

Em grande parte das aulas desses cursos, o foco se encontra apenas na apresentação de conteúdos descontextualizados. O que leva a reforçar estereótipos como os dos "grandes gênios" da ciência ou a ideia de existência de um único "Método Científico" (FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Além disso, a falta de acesso ao dinamismo e a complexidade da natureza da ciência também fazem com que professores e futuros professores desconheçam grande parte dos elementos pertencentes ao conhecimento científico, o que os leva a terem algumas crenças ingênuas sobre a ciência (ADÚRIZ-BRAVO *et al*., 2002; VÁZQUEZ-ALONSO, 2004; ASSIS, 2014).

Para se combater tais visões, pode-se pensar na construção de um consenso sobre o que deveria ser evitado no ensino de ciências. A intenção é relacionar os pontos básicos para a compreensão da natureza deste conhecimento a partir daquilo que não se pode atribuir à ciência. Trata-se de uma estratégia de pensar pela negativa (o que não é ciência), já que, como mostrado na seção anterior, este conhecimento se mostra bem complexo para se caracterizar pela positiva (o que é ciência) (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Com esse propósito na continuidade desta seção, serão evidenciadas as principais deformações sobre a natureza da ciência que são transmitidas, explícita ou implicitamente, através do ensino. Essas visões deformadas da ciência foram elencadas pelo grupo de pesquisa do professor Daniel Gil Pérez, que enumerou sete grupos: visão descontextualizada; visão individualista e elitista; visão empírica-indutivista e ateórica; visão rígida, algorítmica e infalível; visão aproblemática e ahistórica; visão exclusivamente analítica; visão acumulativa de crescimento linear. São concepções ingênuas, mas que refletem a forma com que as pessoas em geral visualizam a ciência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001;

FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

### *1.2.1 Visão descontextualizada*

Uma visão descontextualizada de ciência tem a atividade científica como sendo socialmente neutra, isto é, uma atividade construída para revelar a verdade, de forma imparcial, que segue normas e valores independentes da sociedade (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Nesse sentido, Martins (2006) provoca:

> Todos conhecem o nome de Lavoisier, Newton, Galileu, Darwin. Mas o que estava acontecendo no mundo (e, especialmente, nos lugares onde eles viviam) quando eles desenvolveram suas pesquisas? Não existiu nenhuma relação entre o que eles fizeram e aquilo que estava acontecendo em volta deles? (MARTINS, 2006, p. 12).

Como resposta se tem um enfático "é claro que existiu" (MARTINS, 2006, p. 12). Decerto, para uma compreensão mais ampla da ciência é preciso entendê-la como sendo uma atividade humana, ou seja, uma atividade que não pode ser desassociada da sociedade. Portanto, não se deve caracterizar os cientistas como seres isolados de influências externas e libertos de suas religiões, de valores políticos e econômicos ou de qualquer outro aspecto social (AULER, 2002; LEDERMAN *et al*., 2002).

Pensar em uma possível neutralidade da ciência significa esquecer os impactos deste conhecimento na sociedade, bem como as influências da tecnologia no seu desenvolvimento. Vale apontar que, com relação a este último aspecto, para uma visão descontextualizada, além da ciência, a tecnologia também é tida como neutra (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005) e que poderia ser utilizada para o bem ou para o mal, a depender de quem a manipula (AULER, 2002).

Neste maniqueísmo, tem-se de um lado a ciência e a tecnologia como garantidoras do progresso ilimitado e sem contrapartidas, possuidoras de um único intuito que é melhorar a vida humana e, em outro extremo, como responsáveis pela atual deterioração do planeta, em uma visão apocalíptica que entende a ciência e a tecnologia como desencadeadoras de forças

malignas incapazes de serem controladas (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Com efeito, não se pode ignorar, que são os cientistas e os técnicos que estudam e buscam soluções para os problemas enfrentados pela sociedade, mas é certo também que são os cientistas e os técnicos que produzem compostos como, por exemplo, os que estão destruindo a camada de ozônio (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Tal dicotomia apenas ilustra o quão é complexa a relação entre ciência e tecnologia, bem como indica a evidente impossibilidade de um tratamento simplista para esta relação.

A tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de atividades humanas realizadas por meio de símbolos, de instrumentos e de máquinas, visando controlar e modificar o mundo a partir da construção de obras e da fabricação de produtos. O conhecimento tecnológico está associado diretamente ao científico, o que torna ciência e tecnologia termos indissociáveis. Como dito, trata-se de uma relação complexa e devido a isso tem-se tido certa confusão (SANTOS; MORTIMER, 2002).

De uma forma ingênua, habitualmente, a tecnologia tem sido considerada como um subproduto da ciência. Uma ideia equivocada, que é facilmente rechaçada pela análise histórica. Em alguns casos, a atividade técnica até mesmo precedeu à científica, como a construção da máquina a vapor que foi anterior aos estudos da termodinâmica ou a aspirina que foi usada antes de se compreender o seu funcionamento. Isso sem falar das inúmeras máquinas e ferramentas criadas que existiram bem antes daquilo que hoje denomina-se de conhecimento científico (AULER, 2002).

Além disso, desde a revolução industrial, os técnicos vêm incorporando elementos da pesquisa científica para produzir e reconfigurar seus produtos, o que torna ainda mais desinteressante classificar um trabalho como sendo puramente tecnológico ou científico (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Pode-se até dizer que à medida que a indústria passou a utilizar a ciência, a atividade científica passou também a ser industrializada, isto é, os desejos e as vontades dos cientistas em suas pesquisas cederam lugar às intencionalidades oriundas de seus financiadores. Em um modo de produção capitalista, os objetivos científicos estão fortemente ligados aos donos dos meios de produção (AULER, 2002).

Segundo Auler (2002), quatro dimensões interdependentes evidenciam isso: 1) o direcionamento dado à atividade científica (processo) resulta de decisões políticas; 2) a apropriação do conhecimento científico (produto) resulta de decisões políticas; 3) o conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência e 4) o aparato ou produto científico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedade ou de grupos sociais hegemônicos.

Em síntese, o que isso quer dizer é que, como foi apresentado na seção anterior, além da estrutura interna responsável pelo desenvolvimento do conhecimento científico é preciso também ressaltar os aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos presentes em cada época, bem como as crenças, desejos e intenções dos cientistas (FEYERABEND, 1979; KUHN, 1979).

### *1.2.2 Visão individualista e elitista*

Esta é uma visão que transmite a ideia de "grandes gênios" como únicos responsáveis pela construção do conhecimento científico, ignorando-se a importância da coletividade e da diversidade para a ciência. Trata-se de uma concepção que leva a crer que a ação de um único cientista predestinado é suficiente para criar ou até mesmo refutar teorias (CARRASCOSA *ET AL*., 1993; GIL PÉREZ *ET AL*., 2001; FERNANDEZ *ET AL*., 2002; FERNANDEZ *ET AL*., 2003; FERNANDEZ *ET AL*., 2005; CACHAPUZ *ET AL*., 2005). Dessa forma, esquece-se do papel da comunidade científica para a construção e validação do conhecimento científico.

Em geral, trata-se de uma concepção que é representada muito fortemente por ilustrações caricatas que trazem o cientista como sendo um homem branco, trabalhando sozinho e alocado em seu laboratório completamente fechado. Entretanto, ao contrário do que muitos pensam, o conhecimento produzido pela ciência não "brota" de forma autocrática da mente de seres iluminados. A física não se resume apenas à Galileu, Newton, Maxwell e Einstein, mas ao trabalho de muitas pessoas desconhecidas e diversas, que tiveram importantes papéis na discussão e aprimoramento das ideias dos ditos "grandes gênios" (MARTINS, 2006).

Nesse sentido, vale destacar que, para além de combater a ideia de uma ciência construída individualmente, é preciso igualmente acentuar que o trabalho científico não é feito exclusivamente por uma elite privilegiada. Dessa forma, apresentar a ciência como sendo um domínio reservado aos homens, brancos, heterossexuais e ricos, transmite uma noção

equivocada da natureza da ciência, carregada de discriminações sociais, racistas e sexistas. Não se tem um esforço em mostrar a ciência como uma construção que envolve homens e mulheres das mais diversas etnias, classes e gêneros (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Porém, quando se afirma que uma visão elitista da ciência é uma visão deformada sobre a natureza do conhecimento científico, surge a seguinte inquietação: a atividade científica não é uma atividade exercida predominantemente por uma elite privilegiada?

Para responder essa pergunta, dois pontos precisam ser evidenciados. Em primeiro lugar, é preciso reforçar o que pode ser denominado como visão elitista da ciência. Como já dito, esta é uma concepção que não enxerga na atividade científica a possibilidade de mulheres, negros, homossexuais ou qualquer outro grupo das minorias representativas[8], de ocuparem os espaços destinados à ciência. Naturaliza-se uma situação discriminatória, como se a atividade científica fosse predestinada a homens, brancos, heterossexuais e ricos, o que cria algo negativo, pois desestimula estudantes não pertencentes a esses grupos a buscarem as atividades científicas como opções para suas vidas. Isso ocorre, por exemplo, quando através do ensino estes estudantes recebem e são levados a crer que a ciência é uma construção naturalmente elitizada, afastando-os das carreiras científicas (CORDEIRO, 2013).

Atualmente é fácil perceber, seja nas universidades ou em institutos de pesquisa, um número expressivo no fazer científico de mulheres (SILVA, 2013), negros, homossexuais e pessoas advindas das classes sociais mais baixas, o que em tese possibilita desconstruir essa concepção elitista ingênua de ciência. Todavia, neste debate é preciso também realçar o fato de que a ciência é e continua sendo uma atividade ainda exercida predominantemente por um pequeno grupo de classe privilegiada. Mas isso não seria exatamente o contrário do que foi dito antes?

Não! E para compreender isso é importante lembrar que a ciência é "um produto de centenas de anos de exclusão e invisibilização das mulheres" (SILVA, 2013, p. 26) e demais pessoas pertencentes a grupos sociais historicamente excluídos, em que se reproduzem discursos e práticas que colocam diferentes gêneros, etnias, sexualidades e classes sociais em diferentes papéis sócio-históricos na construção do conhecimento científico.

[8] As minorias representativas são formadas por pessoas que, em geral, representam grande parte da população quantitativamente, mas que são discriminadas e/ou marginalizadas por questões relativas aos aspectos econômicos, de gênero, de sexualidade, de etnia etc.

Nesse sentido, pode-se afirmar que ciência apenas reflete uma sociedade construída em bases machistas, racistas, sexistas e de grande desigualdade social, que se sustenta a partir de discursos e práticas nada neutras (SILVA, 2013). Inclusive é essa falta de diversidade na atividade científica que une os dois aspectos aqui apontados, isto é, uma visão elitista da ciência é fruto de uma sociedade discriminatória e que precisa, para se manter, de certas ideias que naturalizem as desigualdades existentes nessa sociedade.

O que isso quer dizer? Quer dizer que o sistema capitalista cria ideias que, ao serem assimiladas pela população, passam a serem vistas como a verdadeira realidade das coisas. E é com esse sentido que enquadramos a visão elitista da ciência como uma visão deformada da ciência, pois cria-se no imaginário popular a ideia de que a ciência é naturalmente feita para poucos. Como consequência se mantém poucas pessoas fazendo ciência, o que ajuda a manter o *status quo*, ou seja, uma visão elitista da ciência é uma falsa realidade criada para ajudar a manter o elitismo na ciência.

Dessa forma, desconstruir uma visão elitista da ciência, que trata a ciência como destinada naturalmente para poucos, é um primeiro passo para eliminar o próprio elitismo da ciência, pois a partir do momento que as pessoas se conscientizam de que elas têm o direito de fazer ciência e que a atividade científica deveria ser uma atividade para todas e todos, ampliaria-se a quantidade de pessoas ligadas à ciência e consequentemente diminuiria o seu caráter elitista.

Portanto, essa inserção exige profundas mudanças estruturais, que envolvem processos geradores de um maior acesso e permanência às universidades e institutos de pesquisas. E, sem dúvida, uma das muitas formas necessárias para se combater isso é desconstruindo a visão individualista e elitista da ciência em sala de aula, pois a partir do momento que estudantes compreendem que a atividade científica não é realizada por "super-homens isolados", mas sim por um grupo de mulheres e homens que buscam em conjunto construir o conhecimento científico, a atividade científica se apresentará para eles de forma mais acessível. Tira-se do pedestal os "deuses da ciência" e coloca-se em seus lugares homens e mulheres trabalhando de forma coletiva.

### *1.2.3 Visão empírica – indutivista e ateórica*

A visão empírica – indutivista e ateórica transmite a imagem de uma ciência construída por observações e experimentações livres de ideias *a priori* (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003;

FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Para um indutivista ingênuo, os valores e interesses por trás das investigações não são relevantes, pois, em sua concepção, o papel do cientista é afastar todo caráter subjetivo da pesquisa a fim de exprimir a realidade por meio de uma observação neutra.

Por outro lado, como visto na seção anterior, para os filósofos contemporâneos citados é consenso que existe uma relação intrínseca e indissociável entre teoria e observação (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979). Um pesquisador nunca observa de maneira espontânea ou experimenta ao acaso, muito pelo contrário, as observações e experiências científicas são realizadas a partir de uma refinada e longa preparação. O acesso aos fenômenos é sempre filtrado por um aparato perceptivo e/ou intricado por uma instrumentação, ambos embebidos em teoria, isto é, tudo é visto à luz de um aporte teórico (LEDERMAN *et al*., 2002). Dessa forma, as teorias são peças fundamentais na construção do conhecimento científico, pois em grande parte são elas que determinam quais são os problemas existentes, os métodos e os referênciais para analisar os objetos em investigação (PRAIA *et al*., 2002).

Ademais, a própria ideia de que a lógica da pesquisa científica se identifica exclusivamente com uma lógica empírica-indutivista é problemática. Como se sabe, para um indutivista ingênuo só é verdadeiro aquilo que pode ser verificado e toda afirmação deve ser testada empiricamente através de uma exaustiva repetição de experiências. Contudo, além de ser impossível realizar todas as observações referentes a uma dada situação (MCCOMAS, 1998), por mais numerosas que sejam as experiências, a tentativa de inferir enunciados universais a partir de enunciados particulares pode se revelar falsa. Nas palavras de Popper: "independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que *todos* os cisnes são brancos" (POPPER, 2013, p. 28).

Mas, apesar dessas fragilidades inerentes a essa concepção, pode-se afirmar que, no dia a dia, a visão empírica – indutivista e ateórica - está muito presente em revistas em quadrinhos, filmes, desenhos, etc. (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Nesses meios, há uma atribuição exagerada à observação e à experimentação para a atividade científica, sendo estas colocadas como as grandes responsáveis pelas "descobertas geniais". Em geral, esta imagem ingênua é representada muito fortemente por ilustrações que trazem o cientista como sendo um sujeito genérico, deslocado do tempo e espaço a que pertence.

O problema é que não é uma ideia exclusiva dos meios de comunicação, pois as concepções de professores também carregam esta imagem ingênua de ciência.

Consequentemente, tem-se um ensino que valoriza extremamente o trabalho experimental, ao mesmo tempo que prioriza uma abordagem puramente livresca, com aulas teóricas que apenas transmitem conceitos científicos. Ou, quando existentes, as aulas experimentais, inclusive na formação de professores de ciências, são realizadas a partir de "receitas" que ditam regras intransponíveis e que devem ser rigidamente seguidas durante a atividade de ensino (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). O que conecta com a próxima visão deformada a ser tratada, que associa a atividade científica a um suposto "Método Científico", que estabelece uma sequência de etapas definidas para a construção do conhecimento científico e que, se forem seguidas de maneira rigorosa, possibilitaria o alcance de uma ciência infalível.

### *1.2.4 Visão rígida, algorítmica e infalível*

Esta é uma visão que apresenta o "Método Científico" como um conjunto único de etapas a serem seguidas rigidamente (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Assim, transmite-se a ideia que para se fazer ciência basta seguir uma lista de etapas universais e pré-estabelecidas (McCOMAS, 1998).

Nesta concepção, o conhecimento científico é produzido exclusivamente de forma quantitativa, sendo validado devido a um tratamento controlado e rigoroso de um método único, denominado, com letras maiúsculas, "Método Científico". Pode-se afirmar que há uma preocupação, quase que obsessiva pela ideia de evitar a ambiguidade, como se isso não existisse na ciência, isto é, os resultados científicos são tidos como infalíveis. Apresenta-se o conhecimento científico como algo acabado, retirando do debate os diversos erros e acertos que aconteceram e acontecem na ciência. Há, portanto, uma distorção da natureza do conhecimento científico, que é essencialmente provisório e reflexivo (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Frente a isso é preciso sublinhar o papel das hipóteses para a ciência. De acordo com Praia *et al*. (2002):

> A hipótese tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação. Condiciona fortemente os dados a obter num percurso descontínuo, ainda que balizado por um fundo teórico que lhe dá plausibilidade, intervindo ativamente nas explicações posteriores dos resultados (PRAIA *et al*., 2002, p. 254).

Como se observa nesse trecho, o que os autores afirmam é que o fazer científico não se inicia a partir de certezas baseadas em dados, mas sim com o auxílio de hipóteses, carregadas de um corpo teórico e que são tentativas de respostas para um problema em questão. Trata-se de um processo complexo, e que não acontece sobre os desígnios de uma normativa universal (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Nesse sentido, o conhecimento científico é um permanente "jogo de hipóteses e expectativas", um constante movimento de ir e vir, devido à dinâmica existente entre hipótese, teoria e prática (PRAIA *et al*., 2002). Portanto, muito longe de ser uma atividade rígida, algorítmica e infalível, pode-se afirmar que não se faz ciência de maneira única ou que o resultado da atividade científica gere produtos que são representações verdadeiras e acabadas da realidade; mas, sim, que o conhecimento científico é construído através de erros e acertos, sendo que, mesmo aquilo que aparenta ser permanente, não é, uma vez que a história da ciência mostra que é impossível, pois trata-se de um conhecimento categoricamente provisório.

Desconstruir esta concepção em sala de aula é importante, pois possibilita a professores e a estudantes compreenderem que a ciência é constituída por uma pluralidade metodológica, que permite uma variedade de concepções e que gera resultados momentaneamente coerentes com a realidade e com um corpo teórico em vigor, mas que podem mudar a partir de novos problemas, o que remete a outra visão deformada da ciência, que será tratada a seguir.

### *1.2.5 Visão aproblemática e ahistórica*

Como foi dito na primeira seção deste capítulo, é preciso entender a ciência a partir de seus aspectos externalistas e internalistas. Enquanto os primeiros permitem uma desconstrução de uma visão descontextualizada da ciência, os segundos possibilitam superar uma visão aproblemática e ahistórica da ciência.

Para início de argumentação, enfatiza-se que o desenvolvimento dos elementos internos da ciência não ocorre ao acaso e não surge do nada, como se por mágica ou por sonho aparecesse nas mentes dos ditos "grandes gênios". As leis, teorias, conceitos e experiências científicas são construídas ao longo de um processo e não são apenas produtos isolados e independentes.

Apresentar o conhecimento científico em sala de aula, como se esses elementos caíssem de paraquedas, em que, na maioria das vezes, são representados por simples fórmulas a serem decoradas, faz com que apenas se evidencie resultados “vitoriosos”, esquecendo-se dos confrontos, debates entre ideias distintas, erros e problemas que levaram à construção da ciência (MARTINS, 2000).

Assim, afirma-se que uma visão aproblemática e ahistórica ocorre no ensino de ciência por omissão (GIL-PÉREZ *et al*., 2001), pois o conhecimento científico é transmitido sem a presença dos problemas que o originaram, bem como sem mostrar a evolução, as limitações e dificuldades encontradas ao longo da história do desenvolvimento de determinado conceito, experiência ou qualquer outro elemento científico (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

De acordo com Cachapuz *et al*.:

> Este esquecimento dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias. Por outra parte, ao não completar a evolução dos conhecimentos, ou seja, ao não ter em conta a história das ciências, desconhece-se quais foram as dificuldades (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 49).

Ignorar isso é esquecer que todo conhecimento é resposta a uma questão. O conhecimento científico inicia-se como uma tentativa de buscar respostas a um problema. Deixar isso de lado é retirar da ciência uma das características mais valiosas que ela possui, que é o fato do constante questionamento, posto que fazer perguntas é um dos atos mais importantes para a construção do conhecimento científico.

Dessa maneira, enfatizar para estudantes o papel dos problemas para a construção da ciência é possibilitá-los a tomar consciência do desenvolvimento dinâmico deste conhecimento, de suas dúvidas, erros, acertos e limitações. Fazer isso é apresentar em sala de aula, a ciência como um exercício de muita criatividade e ousadia, que tenta buscar sempre resoluções para seus problemas (PRAIA *et al*., 2002).

Feitas essas considerações sobre o papel dos problemas para a ciência e a importância da história de desenvolvimento de um conceito científico, para seguir adiante com o entendimento sobre a natureza desse conhecimento, torna-se necessário compreender um pouco mais sobre sua estrutura interna, destacando também o papel das análises e sínteses para a ciência, o que possibilitará a desconstrução de uma outra visão deformada da ciência, que é a visão exclusivamente analítica.

*1.2.6 Visão exclusivamente analítica*

A ciência pode ser entendida como uma das formas possíveis e aceitáveis de representar o mundo. Este conhecimento produzido é a expressão coletiva e organizada de elaborar imagens coerentes da realidade (PIETROCOLA, 2001).

Isso não quer dizer que o conhecimento científico seja um reflexo imediato do que nos cerca ou que possua *status* de verdade absoluta e inquestionável, mas, pelo contrário, trata-se de um conhecimento histórico e contruído por homens e mulheres, que possui uma estrutura interna que o torna diferente de outras formas de conhecimento.

Tratando em especial desse último ponto, pode-se afirmar que essa estrutura interna se edifica a partir de análises e sínteses. Enquanto a primeira possibilita a separação do objeto investigado em diferentes partes na busca por especificações, a segunda é o oposto, ou seja, a síntese é o ato de reagrupar diferentes informações a respeito do objeto, com intuito de se ter um conhecimento total do que está sendo estudado.

Mas, sem levar em consideração isso, uma visão exclusivamente analítica evoca como constituinte dessa estrutura interna apenas a parte que se refere a análise, destacando o papel desempenhado pelas simplificações para a ciência, mas ocultando os esforços de unificação e construção entre diferentes elementos do fenômeno em investigação.

Por certo, a realidade vista aos olhos da ciência é construída a partir de simplificações, entretanto, vale salientar também, que essas são representações que não diminuem a legitimidade do conhecimento científico. São representações coerentes da realidade, que refletem uma imagem aproximada, pontual e provisória. (PIETROCOLA, 1999).

Para Bunge (2012), a busca por uma conceitualização da realidade se inicia extraindo aspectos comuns de determinados fenômenos e os agrupando em "classes de equivalência". O resultado desse processo é o nascimento do objeto-modelo ou modelo conceitual. Posteriormente, uma teoria é incorporada ao objeto-modelo, construindo-se, assim, um modelo teórico[9]. Esses constructos se edificam mediante a ação conjunta da

[9] Como exemplo desse processo pode-se remeter à seguinte situação: ao estudar o comportamento de um gás deve-se, primeiro, fazer uma representação conceitual das suas moléculas. Para isso, considera-se um gás idealizado formado por moléculas pontuais e que sofrem somente movimento de translação. Admite-se também a ideia de não existir atração ou repulsão entre elas e que os choques são perfeitamente elásticos. Constrói-se assim um objeto-modelo ou modelo conceitual para essas moléculas. Feito isso, pode-se aplicar ao objeto-modelo uma teoria universal. Nesse caso, ao analisar o movimento das moléculas de um gás ideal por meio da Mecânica Clássica, o resultado é um modelo teórico para os gases ideais. (MACHADO, 2009).

comunidade científica, que contrói os modelos científicos, a partir de ferramentas como a abstração e a idealização[10] (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Apesar desse processo ter uma aparência de construir uma representação extremamente parcializada do mundo, em sua essência isso não ocorre, pois à medida em que se trata de análises e simplificações conscientes, tem-se uma necessidade constante de se realizar sínteses entre diferentes modelos científicos, a fim de construir uma imagem mais ampla de uma realidade por demais complexa. Isso quer dizer que o desenvolvimento científico ocorre por um aprofundamento em aspectos cada vez mais específicos, só que é "esta profundização inicial que permite chegar posteriormente a estabelecer laços entre campos aparentemente desligados" (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

De acordo com Rezende Junior (2006), a ciência tem tido sucesso no entendimento dos fenômenos ancorada nessa estrutura interna, mas, em contraposição, tem-se um ensino que apresenta apenas o resultado do processo das análises científicas. Ignora-se o papel desempenhado pelas sínteses, o que leva professores e estudantes ao desconhecimento de como a ciência é internamente construída, criando a crença em um conhecimento que as "fórmulas" surgem de casos isolados.

Para combater isso, o uso didático da história e filosofia da ciência é de extrema importância, pois a partir dele é que se pode levar para a sala de aula o debate sobre as relações da ciência com o meio externo, bem como os processos internos de contrução do conhecimento científico. Portanto, assume-se aqui que além da necessidade de se evidenciar os aspectos externos relacionados à ciência, não se pode ensinar a natureza da ciência sem debater também suas construções teóricas e como essas são utilizadas para explicar a realidade (IZQUIERDO; ADÚRIZ-BRAVO, 2003).

Dessa forma, entende-se que é preciso conhecer os processos internos de produção sob os quais a ciência se desenvolve, buscando produzir estratégias no ensino de ciências capazes de permitir a professores e a estudantes o acesso às pecularidades da atividade científica (CUPANI; PIETROCOLA, 2002). E ao fazer isso, com toda certeza tornar-se-á perceptível para as pessoas que o conhecimento científico é uma construção

[10] A abstração é tida como o ato dos cientistas em selecionar parâmetros relevantes dentro de um contexto, pois além de o número de fatores presentes em um fenômeno ser extremamente elevado, percebe-se também a influência de outros parâmetros de certa forma relevantes, mas que são negligenciados em determinada investigação, o que tornaria impraticável o desenvolvimento de um modelo preciso. Já a idealização funciona como ato de assumir determinados pressupostos que nunca poderiam ser obtidos, ou seja, simplificando a natureza dos parâmetros escolhidos (CHAKRAVARTY, 2001).

realizada ao longo de vários séculos de pesquisa, em um processo não linear e não acumulativo, o que possibilitará a desconstrução da última visão deformada da ciência a ser tratada pelo grupo de Daniel Gil-Pérez (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

### *1.2.7 Visão acumulativa de crescimento linear*

Uma visão acumulativa de crescimento linear da ciência trata a construção do conhecimento científico como se fosse a construção de um prédio, em que cada cientista iria depositando o seu "tijolinho" de forma progressiva e contínua, possibilitando a construção de um suposto edifício sólido e indestrutível.

Nesta concepção, o "progresso" da ciência ocorre quando teorias ulteriores preveem e explicam mais que suas predecessoras. Uma nova teoria é a ampliação de uma primeira, abarcando os êxitos e corrigindo os erros. Assim, o desenvolvimento científico aparece como sendo um acúmulo de boas ideias e fruto de um crescimento sempre progressivo.

Contudo, como dito anteriormente, não se pode esquecer de que a ciência busca sempre responder a perguntas e que, nesse caminho, a trajetória é tortuosa, cheia de crises e revoluções científicas (KUHN, 2017). A história da ciência mostra como as crises e as revoluções são de extrema importância para se compreender a natureza da ciência. Inclusive, sendo o foco de discussão da Conferência Internacional sobre Filosofia da Ciência de 1965, cujas atas foram tratadas na seção anterior (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

Enquanto para Kuhn (1979) as revoluções são períodos ocasionais que aconteceram em situações muito específicas, como as disputas entre o heliocentrismo e o geocentrismo ou entre a mecânica clássica e a quântica, para Lakatos (1979), estes períodos estiveram presentes em todo momento no interior da ciência, pois esta seria constituída por um "pluralismo teórico". Ademais, como já dito, têm-se de um lado os que defendem que a estrutura interna da ciência seja o único elemento relevante para a "vitória" de uma teoria (LAKATOS, 1979; POPPER, 1979) e do outro, os que acreditam que esta não deva ser o único critério a ser analisado (FEYERABEND, 1979; KUHN, 1979).

Todavia, independentemente dessas divergências, todos deixam implícito através dos exemplos utilizados em suas argumentações (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979) que é consenso entre eles que a ciência sofre rupturas e que as revoluções possuem papel

preponderante na construção do conhecimento científico. Dessa forma, pode-se afirmar que a atividade científica não é realizada como na analogia feita no início desta subseção e que cabe ao ensino de ciências desconstruir mais esta visão deformada da ciência.

Dito isso, para finalizar esta seção e explicitadas as sete visões deformadas de ciência evidenciadas pelo grupo de Daniel Gil-Pérez, vale ressaltar que elas não podem ser contempladas como autônomas, pois formam um sistema relativamente integrado. São concepções equivocadas que expressam uma imagem global ingênua da ciência, transmitida ao longo do tempo e que passou a ser socialmente aceita (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Por fim, deve-se frisar também que, como apresentado neste capítulo, essas visões deformadas não podem ser tratadas como uma espécie de normas a serem seguidas para se estudar a natureza da ciência. Como foi mencionado anteriormente, elas devem e serão neste trabalhado utilizadas a partir de um contexto histórico, o que leva ao próximo processo analítico, que será apresentado no capítulo seguinte, contendo o contexto histórico utilizado neste trabalho.

# 2 TEORIA QUÂNTICA: ALGUMAS INTERPRETAÇÕES E A ORIGEM DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP*

*O oposto de uma afirmação correta é uma informação falsa. Mas o oposto de uma verdade profunda pode muito bem ser outra verdade profunda (Niels Bohr).*

O termo “quântica” relaciona-se a algo que pode ser quantizável. O pão francês que se compra em qualquer padaria é um elemento quantizável, ou seja, existe um menor valor associado a esse elemento (um pão) e todos outros são múltiplos inteiros dessa unidade mínima. Não é possível, por exemplo, chegar a uma padaria e pedir meio pão, pois o menor valor dessa grandeza é um número inteiro de pão. Outras grandezas do dia a dia também são quantizáveis, como o dinheiro, em que o menor valor é um centavo.

O exposto acima permite concluir que algo quantizado assume apenas valores discretos (termo que se opõe a contínuo). Discreto aqui significa que esses elementos só podem existir em certos valores definidos e não em um *continuum* de valores. Ainda utilizando o exemplo anterior, isso significa dizer que os pães são separados em 1, 2, 3, 4, 5, ..., e não em 1, 1.1, 1.1.1 e assim por diante, ou seja, eles são divididos em quantidades discretas, e não contínuas.

Outro exemplo que se pode citar é o conceito de energia. Até o final do século XIX, a energia era, para a física clássica, uma grandeza que poderia assumir qualquer valor, ou seja, se enquadrava em um caráter contínuo. Contudo, existia um fenômeno conhecido da época, denominado de radiação de corpo negro, em que os conceitos ligados à física clássica não eram suficientes para explicá-lo. Max Planck, ao tentar solucionar o problema do fenômeno que envolvia a radiação emitida ou absorvida por um corpo negro, propôs a quantização de energia em pacotes ou *quantum* de energia, o que era contrário à concepção clássica de energia contínua. Ideia que também foi utilizada por Albert Einstein, ao explicar o efeito fotoelétrico, em que era preciso entender a luz a partir de um caráter dual (corpuscular e ondulatório).

Posteriormente, a dualidade da luz levou Louis de Broglie a propor que não apenas a radiação, mas também a matéria teria o mesmo comportamento, o que implicaria que as leis do movimento das partículas deveriam ser expressas por equações de onda (CRUZ; MAZON, 2011). Desde então, muitos experimentos têm sido feitos em vários laboratórios pelo mundo, indicando o caráter ondulatório de diversas partículas, não somente as

elementares, mas também átomos e até mesmo moléculas (YOUNG; FREEDMAN, 2004; MACHADO, 2017).

Mas qual a problemática por trás da natureza dual? De acordo com a física clássica, uma partícula em condições normais não se divide, além de possuir posição e velocidade bem definidas, fato que possibilita a descrição precisa de sua trajetória. Já uma onda pode ser divisível e não possui sua trajetória tão definida como uma partícula clássica, elas são espalhadas no espaço. Devido a essas características, alguns fenômenos, como a interferência ou a difração, são tipicamente ondulatórios. Dessa forma, dizer que algo é divisível e indivisível, que segue uma trajetória definida ou não, que é uma onda e partícula, parece ser uma contradição. Sem embargo, para a teoria quântica é necessário conciliar esses dois caracteres que são inconciliáveis para a física clássica (PESSOA JR, 2006).

## 2.1 Interpretações da teoria quântica

A teoria quântica foi estabelecida para descrever o mundo atômico e suas interações. Essa teorização permite compreender eventos que ocorrem em uma escala subnanométrica, isto é, fenômenos que não se encontram na faixa daquilo que é imediatamente visível ou sensível para o ser humano. Por isso, existe uma grande dificuldade em estender os conceitos ligados a quântica para o domínio dos fenômenos macroscópicos. Mesmo que tudo ao redor seja composto de átomos, o agrupamento desses fazem com que os efeitos quânticos não se sobressaiam, o que leva à não utilização dessa teoria para analisar os eventos do dia a dia. De fato, para descrever o movimento de uma bicicleta ao longo de uma trajetória ou a corrente elétrica que percorre um fio metálico é suficiente a utilização da mecânica newtoniana ou do eletromagnetismo de Maxwell (PESSOA JR, 2011).

Em busca da compreensão desse objeto tão estranho à física clássica, por apresentar uma natureza ondulatória e corpuscular, Pessoa Jr (2003, p. 4) faz o seguinte questionamento: “como é possível que um objeto quântico exiba propriedades contraditórias?”

Várias foram as tentativas de respostas a essa pergunta, Pessoa Jr (2008) lembra que “discussões a respeito de como interpretar a mecânica quântica surgiram tão logo esta teoria foi formulada, a partir de junho de 1925” (2008, PESSOA JR, p. 2).

Na primavera daquele ano, Werner Heisenberg, assistente de Max Born em Gottingen (Alemanha), teve que sair da cidade por causa de uma alergia, se instalando na ilha de Heligoland (Alemanha). Ali, ele abandonou a ideia de tentar descrever o movimento de

partículas através da mecânica clássica e buscou uma descrição do mundo atômico por meio de grandezas observáveis (intensidade e frequência da radiação emitidas pelo átomo). Este estudo foi enviado para Born, que reconheceu que essas grandezas se comportavam como elementos de matrizes. Então, juntamente com Heisenberg e Pascual Jordan, Born publicou um artigo que apresentava à comunidade científica a mecânica das matrizes (PESSOA JR, 2006; PESSOA JR, 2008; PESSOA JR, 2010).

Nessa mesma época, inspirado nos trabalhos de De Broglie, Erwin Schrödinger propôs uma mecânica ondulatória para tratar os fenômenos quânticos (ROSA, 2004). Com uma equação de onda Ψ (psi) de caráter determinista, denominada função de onda, Schrödinger conseguiu reproduzir os resultados de De Broglie, do modelo atômico de Bohr e de todos os outros resultados já conhecidos da velha teoria quântica (antes de 1925).

O grande dilema dessa interpretação era que a função de onda para duas ou mais partículas teria que ser definida em um espaço com mais de três dimensões, o que não correspondia às intuições habituais a respeito da realidade (PESSOA JR, 1992). Além disso, a atribuição de uma natureza ondulatória ao objeto quântico, que se estenderia por todo o espaço, criava uma dificuldade em explicar o caráter pontual das detecções em física quântica.

Para resolver estes problemas, Born, também no ano de 1926, sugeriu que a função de onda não fosse interpretada como sendo a própria realidade, mas sim como uma ferramenta matemática probabilística que permitia encontrar a partícula em uma certa região do espaço; mais especificamente através da elevação ao quadrado da função de onda (PESSOA JR, 2006).

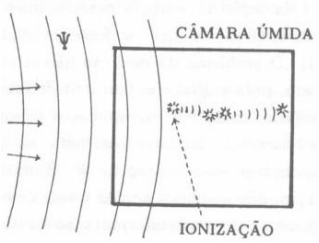
Assim, a teoria quântica poderia ser interpretada da seguinte maneira: uma função de onda dada pela equação de Schrödinger descrevia um sistema fechado que evoluía no tempo de maneira determinista; mas, que, por meio da regra de Born, fornecia apenas probabilidades de se obterem resultados para uma medição, sendo que no decorrer desta medição, o sistema sofria uma evolução indeterminista. Mas, como essa transição seria possível? Por meio do conceito de colapso da função de onda ou redução de estado (PESSOA JR, 1992).

No desenvolvimento da mecânica ondulatória, Schrödinger não considerou as mudanças na função de onda decorrentes da medição. O primeiro a fazer isso foi Heisenberg, em 1927[11]. Sua ideia era que a realização de uma medida da posição reduziria a onda de

[11] Este trabalho ganha notoriedade para a história da ciência, pois é nele que Heisenberg introduziu seu princípio da incerteza, que se aplica a grandezas incompatíveis entre si (ex.: posição e momento). Em síntese, este

probabilidade extensa para um pacote de onda estreito, o que possibilitava o entendimento sobre as trajetórias lineares observadas em uma câmara de Wilson[12], como visto na figura abaixo (PESSOA JR, 1992; PESSOA JR, 2003; PESSOA JR, 2006).

**Figura 1:** Câmara de Wilson




**Fonte:** PESSOA JR, 2008, p. 181.

Naquele mesmo ano, na cidade de Bruxelas, Bélgica, o debate sobre as trajetórias das partículas na câmara de Wilson se estabeleceu no V Congresso de Solvay, promovido pelo mecenas Ernest Solvay, que convidava influentes cientistas para apresentarem suas últimas pesquisas. Nesse evento em específico, a presidência coube a Hendrik Anton Lorentz e tinha como tema *Elétrons e Fótons* (FILHO, 2002; PESSOA JR, 2003).

No congresso, Born questionou:

> Uma preparação radioativa emite em todas as direções partículas α; faz-se com que estas fiquem visíveis através do método da nuvem de Wilson. Ora, se se associar a cada processo de emissão uma onda esférica, como se pode compreender que o rastro de cada partícula α se mostra como uma linha (mais ou menos) reta? (PESSOA JR, 2003, p. 37).

Na sequência, ele explicou o fenômeno com base na ideia de Heisenberg, ou seja, para se compreender a observação dos pontos na câmara é necessário assumir que houve uma redução do pacote de ondas para a vizinhança imediata das gotículas de vapor. Neste mesmo evento, Heisenberg repetiu o que havia já dito em seu trabalho de 1927, isto é, no momento da observação o que ocorre é a redução do pacote de onda, indicando a importância do observador para a análise da teoria quântica (PESSOA JR, 2003).

Tanto Heisenberg, quanto Born não atribuíam realidade à função de onda, eles a consideravam como uma ferramenta matemática útil para análise dos fenômenos quânticos.

princípio exprime o fato de que uma maior previsibilidade da posição implica uma diminuição na previsibilidade do momento e vice-versa (PESSOA JR, 2003, PESSOA JR, 2006)

[12] A câmara de Wilson ou câmara de nuvens foi desenvolvida por Charles Wilson, em 1911, na Universidade de Cambridge. Por meio do estudo da formação de nuvens na atmosfera, Wilson observou que íons poderiam servir como condensadores de vapor d'água. A partir disso, ele construiu um recipiente fechado contendo vapor de água que seria percorrido por um feixe de partículas carregadas, causando a condensação do vapor em gotículas de líquido (PINHEIRO, 2015).

Mas esta posição não agradava Schrödinger e De Broglie, que buscavam uma interpretação realista da teoria, isto é, afirmavam que a teoria quântica deveria representar a própria realidade, independente de uma observação ou medição (PESSOA JR, 2008).

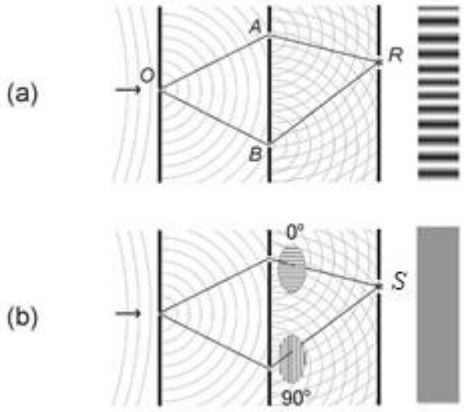
Para explicar a detecção de corpúsculos no mundo atômico, Louis de Broglie propôs o dualismo. Para ele, o objeto quântico consistiria em uma partícula que carregava energia possível de ser detectada e uma onda-piloto, semelhante à concebida por Schrödinger, que guiava a partícula (SAITO, 2019). Segundo Pessoa Jr (2008), na concepção apresentada por De Broglie, o corpúsculo ou partícula "surfaria" na onda que o acompanha e possuiria posição e velocidade bem definidas a cada instante, mas que não poderiam ser observadas, pois seriam variáveis ocultas. Só que a ideia não recebeu apoio dos presentes no congresso, nem mesmo daqueles que insistiam em encontrar uma interpretação realista para a teoria quântica, como Einstein e Schrödinger (PESSOA JR, 2003; SANTOS, 2011). Então, não sendo capaz de justificar suas ideias, De Broglie abandonou sua hipótese[13]. A partir daí, De Broglie passou a abraçar aquela que ficaria conhecida posteriormente como Escola de Copenhague, promovida por Bohr, Heisenberg, Born e outros (SAITO, 2019).

Um dos pilares que sustentava a Escola de Copenhague era o princípio da complementariedade[14]. Após ter tomado conhecimento das relações de incerteza de Heisenberg, bem como a interpretação probabilística de Born, Niels Bohr, famoso por ter desenvolvido, em 1914, o modelo atômico que carrega seu nome, dizia que em qualquer experimento com um objeto quântico poderia existir apenas um quadro corpuscular ou ondulatório, jamais os dois ao mesmo tempo, isto é, grandezas complementares não podem ser definidas de maneira simultânea (PESSOA JR, 2006; PESSOA JR, 2008; FILHO, 2002; SAITO, 2019). A figura abaixo auxilia a compreender melhor esta interpretação.

[13] Em 1952, o dualismo de Louis de Broglie seria redescoberto e desenvolvido por David Bohm, levando De Broglie a retomar o entusiasmo com suas ideias iniciais (PESSOA JR, 2003; SAITO, 2019).

[14] Pessoa Jr (2003) apresenta três tipos diferentes de complementariedade na obra de Bohr: 1 – Complementariedade entre coordenação espaço – temporal e asserção da causalidade; 2 – Complementariedade entre partículas e ondas; 3 - Complementariedade entre observáveis incompatíveis, como posição e momento. O primeiro tipo de complementariedade não será mencionado aqui, visto que Bohr o abandonou pouco tempo depois de sua reapresentação no 5º Congresso de Solvay (a primeira divulgação pública da complementariedade de Bohr aconteceu no Congresso Internacional de Física em Como na Itália, sendo a palestra em Solvay uma reapresentação desta). O foco desta seção será a apresentação do segundo tipo de complementariedade, que foi mencionado nos eventos citados acima, mas melhor trabalhado por Bohr em anos posteriores a estes. Tal escolha se deve ao fato de que o entendimento deste segundo tipo de complementariedade é suficiente para se ter uma visão inicial do princípio de Bohr, bem como possibilita uma maior facilidade para o entendimento do terceiro tipo, que irá aparecer na próxima seção.

**Figura 2:** Experimento de dupla fenda




**Fonte:** adaptado de Pessoa Jr, 2008

Nessa figura, tem-se o conhecido aparato da dupla fenda. Um feixe de ondas, nesse caso a luz, ao encontrar duas fendas (A e B) sofre difração, o que gera a formação de duas novas frentes de ondas. Essas ao se encontrarem, interferem entre si de forma construtiva ou destrutiva, o primeiro caso visto através da formação de franjas claras, e o segundo, a partir da visualização das franjas escuras (parte "a" da Figura 2).

Essa é uma constatação de um fenômeno tipicamente ondulatório, que pode ser observado até mesmo para a incidência de um único fóton ou elétron. Isso significa que a detecção de um *quantum* no ponto R, não permite dizer se ele passou por A ou B, ou seja, não se pode estabelecer a trajetória do objeto.

Já na parte "b" da Figura 2, houve um acréscimo de dois polarizadores, ortogonais entre si, ao experimento. O encontro das ondas após a passagem pelos polarizadores não gera figuras de interferência e o que se observa na tela detectora é uma iluminação uniforme.

Nesse caso, para a detecção de um *quantum* no ponto S pode-se definir com exatidão se ele passou pela fenda A ou B, bastando verificar a polarização do mesmo. Se for de 0º, significa que esse passou pela fenda A e 90º pela fenda B. Essa definição da trajetória do objeto quântico indica que tal fenômeno se encontra em um quadro corpuscular.

Dessa forma, para Bohr, o mundo atômico possuiria um comportamento totalmente diferente do mundo macroscópico, e a linguagem construída para explicar este segundo não conseguiria captar completamente todos os aspectos das entidades relacionadas ao primeiro[15]. Como dito anteriormente, o que se poderia fazer, segundo Bohr, era ora utilizar

[15] Ao longo de sua vida, Bohr iria desenvolver melhor esta ideia, conhecida como "tese da linguagem clássica" (BOHR, 2000).

uma representação corpuscular (quando se tem trajetórias bem definidas), ora um quadro ondulatório (quando se tem a manifestação de padrões de interferência), nunca os dois quadros simultaneamente (PESSOA JR, 2006).

Para Bohr e seus colegas, defensores de uma interpretação instrumentalista[16], o estado designado pela função de onda era apenas um instrumento matemático para se fazer cálculos e obter resultados quantitativos das medidas das grandezas observadas. Não era a representação da realidade (PESSOA JR, 2003).

Segundo a Escola de Copenhague, "a redução brusca e imprevisível de um estado quântico durante uma medição apenas reflete o distúrbio incontrolável que o aparelho de medição exerce sobre o objeto" (PESSOA JR, 2003, p. 44). Em um discurso proferido na abertura do Congresso Internacional sobre Terapia através da Luz, em Copenhague, no ano de 1932, Bohr disse:

> [...] qualquer tentativa de investigar o curso detalhado de um processo de transição implicaria uma troca de energia incontrolável entre o átomo e os instrumentos de medida, que perturbaria por completo o próprio equilíbrio energético que pretendêssemos investigar. A descrição mecânica do experimento, em termos causais, só pode ser conseguida nos casos em que a ação envolvida é grande em comparação com o *quantum*, e em que, por conseguinte, é possível uma subdivisão do fenômeno. Não sendo satisfeita essa condição, a ação dos instrumentos de medida sobre o objeto investigado não pode ser desconsiderada, e acarreta uma exclusão mútua dos vários tipos de informação necessários a uma completa descrição mecânica do tipo usual. Essa aparente incompletude da análise mecânica dos fenômenos atômicos provém, em última instância, de desconhecermos a reação, inerente a qualquer mensuração, do objeto aos instrumentos de medida. [...] a noção de complementariedade serve para simbolizar a limitação fundamental, encontrada na física atômica, da existência objetiva de fenômenos independentemente dos meios de sua observação (BOHR, 1995, p.10).

Dessa forma, de acordo com Bohr, a impossibilidade de uma descrição exaustiva dos fenômenos quânticos se devia ao fato de sempre existir uma interação entre os objetos e os instrumentos de medida. Em outras palavras, qualquer procedimento que visasse localizar um objeto quântico, envolveria uma troca incontrolável de momento e energia entre o objeto e

[16] Pessoa Jr (2008) utiliza também o termo interpretação positivista ao se referir a concepção adotada pelos membros da Escola de Copenhague. Ao ler os ensaios de Bohr (1995) ou a descrição feita por Heisenberg (1996) dos encontros que eles tiveram, pode-se perceber que existia uma atenção destes pelos mais variados assuntos, tais como filosofia, psicologia, antropologia, política, etc. Com isso, opta-se neste trabalho por não associar seus nomes ao positivismo, por entender que a ordem pretendida por Auguste Comte desvalorizava tais conhecimentos, colocando as ideias metafísicas em uma hierarquia inferior à abordagem física (ANDERY, et al., 1996). Segundo Heisenberg (1996, p. 242), em uma conversa sobre positivismo que ele teve com Bohr e Wolfgang Pauli, Bohr teria dito: "endosso a insistência positivista na clareza conceitual, mas sua proibição de qualquer debate sobre as questões mais amplas, apenas por nos faltarem conceitos suficientemente bem definidos nessas áreas, não me parece útil; essa mesma proibição impediria que compreendêssemos a teoria quântica". Como afirma Chibeni (1992, p. 3): "embora aparentemente o movimento positivista lógico, que vivia seu apogeu quando a mecânica quântica se desenvolveu, tenha exercido alguma influência no estabelecimento da posição "ortodoxa", as formas de antirrealismo que nela comparecem não se identificam com o redutivismo positivista estrito. Encontramos, sim, elementos tipicamente instrumentalistas."

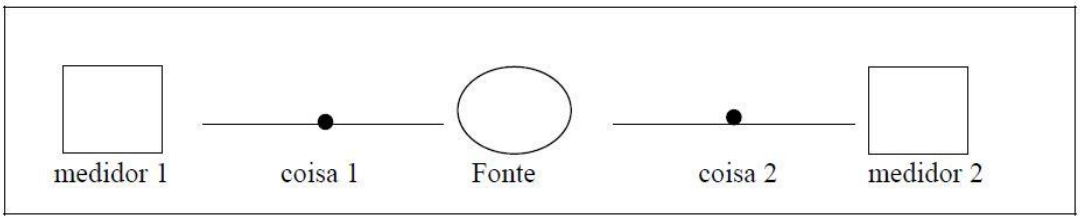
os instrumentos de medida. Para Bohr, a troca de informação entre esses, envolveria, pelo menos, a transferência do *quantum* de ação de Planck. (BOHR, 1995; LEHNER, 2011).

Isso implicava na impossibilidade de separar os instrumentos de medida do objeto, aspecto que colocava o sujeito em um papel fundamental no ato da experimentação, não só no preparo dos aparatos, mas também como peça fundamental na constituição da própria natureza quântica. Posição que trazia um caráter subjetivo à análise e que não agradava aqueles que buscavam uma interpretação realista para teoria quântica, como Albert Einstein (LEHNER, 2011).

Em uma de suas tentativas de questionar a falta de realismo da teoria quântica usual, Einstein, juntamente com Boris Podolsky e Nathan Rosen, no intuito de mostrar que a teoria quântica estava incompleta, publicaram, em 1935, o artigo *A descrição da realidade física fornecida pela mecânica quântica pode ser considerada completa?* conhecido também como EPR (LEHNER, 2011).

O argumento EPR explorava, através de um experimento hipotético, as previsões para sistemas compostos por dois objetos quânticos correlacionados que se separavam, indo para lados opostos. A figura abaixo ilustra o arranjo de forma simplificada.

**Figura 3:** Arranjo experimental do EPR




**Fonte:** CHIBENI, 1992, p. 6.

Uma fonte produz um par de objetos quânticos correlacionados (emaranhados) que seguem em direção a dois medidores distantes entre si (por exemplo: um poderia estar na Terra e outro na Lua). Pelo postulado da projeção[17], assim que uma medição fosse realizada, o estado global do sistema seria alterado instantaneamente, ou seja, a detecção de um valor em

[17] O postulado da projeção foi formulado inicialmente por Paul Dirac, mas sua forma mais completa foi apresentada por Von Neumann em 1932. Porém, o nome postulado da projeção só foi ser introduzido ao debate em 1951, quando Henry Margenau criticou sua validade (PESSOA JR, 2003). O postulado da projeção diz que: em um sistema fechado, constituído um uma superposição de estados (ex.: onda e partícula), quando sujeito a uma medição, os estados superpostos se reduzem (colapsam) para apenas um (ex.: onda ou partícula).

um medidor determinaria, imediatamente, a medição do valor oposto no outro medidor (PESSOA JR, 2006a).

Isso significava que uma medida da posição em 1 (Terra) permitia inferir a medida da posição em 2 (Lua); assim como uma medida do momento em 1 (Terra), permitia inferir a medida do momento em 2 (Lua). Evidentemente, para se fazer isso seria necessário escolher entre medir a posição ou o momento, pois sendo duas grandezas incompatíveis, o princípio da incerteza estabelecia que seria impossível realizar a medida precisa da posição a partir da medida do momento e vice-versa (BROWN, 1981). Pessoa Jr exemplifica:

> Na Terra *posso* medir um observável $A_1$, e com isso o estado da partícula nº 2 se reduziria a um auto-estado de $A_2$. Mas na Terra eu também *poderia* medir um observável $B_1$, incompatível com $A_1$ [...], e assim na Lua o estado da partícula nº 2 se reduziria a um auto-estado de $B_2$ (que é incompatível com $A_2$). Agora, veja bem: pela hipótese da *localidade*, nada que eu faça na Terra pode afetar instantaneamente (ou a uma velocidade maior do que a da luz) a *realidade* na Lua. Mas como eu posso medir tanto $A_1$ quanto $B_1$, na Terra, então tanto um auto-estado de $A_2$ quanto um de $B_2$, têm realidade simultânea na Lua (PESSOA JR, 2006a, p. 205).

De acordo com este critério, existiriam dois elementos de realidade física[18] simultâneos associados à partícula na Lua e a aferição de um destes dependeria da livre escolha de um observador que estaria na Terra. O que intuitivamente soava absurdo! Assim, para Einstein, Podolsky e Rosen, para que a teoria quântica fosse completa, ela teria que dar conta de prever os dois valores em questão a partir do estado inicial do sistema. Mas, como isso não era possível, para eles a teoria estaria incompleta (BROWN, 1981).

Segundo os autores, a única forma de evitar esta conclusão era assumir algum tipo de interação não local de comunicação instantânea entre as partes, o que seria ressuscitar a ideia de simultaneidade absoluta implícita na noção de ação-à-distância. Algo bem desagradável para alguém que havia desenvolvido os princípios fundamentais da teoria da relatividade restrita (BROWN, 1981, CHIBENI, 1992).

Alguns meses depois da publicação do EPR, Bohr rebateu os argumentos de Einstein, Podolsky e Rosen em um artigo publicado na revista Physical Review. Ele afirmou que existia um equívoco na conclusão do argumento EPR, que era o fato dos autores utilizarem a cláusula "sem perturbar em nenhuma maneira o sistema". Com efeito, Bohr defendeu que, para descrever a teoria quântica, era necessário assumir a interação entre

[18] Einstein, Podolsky e Rosen definem elemento de realidade física como sendo: "se, sem de modo algum perturbar um sistema, pudermos prever com certeza (ou seja, com probabilidade igual à unidade) o valor de uma quantidade física, então existe um elemento de realidade física correspondente a essa quantidade física" (PESSOA JR, 2006a, p. 206).

instrumento-objeto como parte integrante do fenômeno quântico (BOHR, 1981). Neste texto, o autor diz:

> Meu principal objetivo [...] é o de enfatizar que, nos fenômenos considerados, não estamos lidando com uma descrição incompleta, caracterizada por uma escolha arbitrária de diferentes elementos de realidade física, ao custo de sacrificar outros de tais elementos. [Nos defrontamos, ao contrário,] com uma discriminação racional entre arranjos e procedimentos experimentais essencialmente diferentes, adequados seja para uma utilização inequívoca da ideia de localização espacial, seja para uma aplicação legítima do teorema da conservação da quantidade de movimento. Qualquer aparência restante de arbitrariedade refere-se meramente à nossa liberdade de manipular os instrumentos de medida, que é característica da própria ideia de experiência. A renúncia, em um dado arranjo experimental, a um ou outro de dois aspectos da descrição de fenômenos físicos - cuja combinação caracteriza o método da física clássica, e que portanto podem, nesse sentido, ser considerados como complementares um ao outro -, depende essencialmente da impossibilidade, no terreno da teoria quântica, de controlar com precisão a reação do objeto sobre os instrumentos de medida, ou seja, a transferência de quantidade de movimento, no caso de medidas de posição, e o deslocamento, no caso de medidas de quantidade de movimento (BOHR, 1981, p.101).

Como se pode perceber, para Bohr, as estranhezas associadas aos fenômenos quânticos não se devia a uma incompletude da teoria, mas sim ao caráter dual associado à natureza dos objetos investigados. De acordo com ele, para a detecção dos aspectos quânticos, seriam necessários experimentos complementares para visualizar propriedades complementares (partícula ou onda; posição ou momento). Caberia ao pesquisador escolher o instrumento de medida que determinaria as propriedades que receberiam maior definição, enquanto outras, complementares às primeiras, se tornariam correspondentes mal definidas (BROWN, 1981).

A impressão que se teve à época era que Bohr havia respondido Einstein de maneira satisfatória. Em geral, o artigo EPR não convenceu os físicos a abandonarem a Escola de Copenhague, até que, ao final da Segunda Guerra Mundial, o jovem físico David Bohm traz novamente para o debate o experimento EPR.

Contudo, no lugar de conceber como grandezas o momento e a posição, como haviam feito Einstein, Podolsky e Rosen, Bohm utilizou as componentes de spin[19] em dadas direções. Em suma, a facilidade no tratamento do EPR que esta estratégia provocou, se devia ao fato de que esta grandeza admitia apenas dois valores numa direção, o que facilitava o tratamento matemático (FREIRE JR, 1991).

Bohm enviou este trabalho para Pauli, Bohr e Einstein. O primeiro elogiou, o segundo não respondeu e o terceiro, que também trabalhava em Princeton, convido-o para

[19] Em 1926, Pauli propôs a incorporação do spin à teoria quântica não relativística. Trata-se de uma grandeza sem equivalente na física clássica e só foi "dedutível do formalismo da teoria quântica quando este teve um tratamento relativístico, iniciado por Dirac em 1928" (FREIRE JR, 1991, p. 214; PESSOA JR, 2003).

conversar sobre o livro. A partir da discussão com Einstein, Bohm passou a se incomodar com a ideia de uma realidade dependente do observador (FREIRE JR *et al*., 1994). Nas palavras de Bohm:

> [...] podemos pensar o mundo como um só, como uma única realidade? A Mecânica Quântica não faz isso. Esta diz que, primeiro, tem-se uma observação e, depois de algum tempo, outra observação que, de certo modo anula o resultado da primeira, fornecendo um novo estado. E não diz como é que este surge, como está relacionado com o outro, a não ser por um cálculo estatístico, fornecendo uma probabilidade. Disso tudo fica a ideia de que, no fim das contas, o real depende do físico que o observa [...] (BARROS, 1990, p. 191).

A fim de propor uma nova abordagem para esta problemática, um ano depois, David Bohm publicou em duas partes o trabalho intitulado *Uma proposta de interpretação da Teoria Quântica em termos de variáveis ocultas*. "A primeira correspondia essencialmente à teoria de De Broglie" e a segunda, que tinha como objetivo responder as críticas recebidas por De Broglie em 1927, "apresentava uma teoria da medição em conformidade com sua interpretação dualista realista (PESSOA JR, 2006a, p. 236).

A ideia de David Bohm era buscar através de uma teoria de variáveis ocultas uma descrição determinista para os fenômenos quânticos, em que os eventos não ocorreriam ao acaso. Um elétron, por exemplo, possuiria posição e momento bem definidos a todo instante e teriam existência simultânea, mas seriam "invisíveis", ou seja, seriam variáveis ocultas (FREIRE JR *et al*., 1994, PESSOA JR, 2006a).

Com o auxílio destas variáveis, Bohm conseguiu reproduzir todos os resultados obtidos pela teoria quântica usual. Além disso, sua teoria permitia uma descrição contínua e causal dos processos quânticos, obtendo com isso uma possível recuperação do determinismo (FREIRE JR *et al*., 1994).

Entretanto, uma das consequências da teoria de Bohm era que, em sistemas separados espacialmente e que interagiram no passado, como no caso EPR, sua proposta assumia uma característica de ação-a-distância, isto é, apresentava um caráter não local (FREIRE JR *et al*., 1994). Algo que não agradava aos físicos. Mas, foi justamente este fato que levou John Stewart Bell a se perguntar: será que a não localidade é uma característica de toda interpretação realista da teoria quântica?

Bell, em seu primeiro trabalho de 1964[20], que apresentava as diferentes provas de impossibilidade de teorias de variáveis ocultas e seus limites, verificou que nenhuma destas

[20] Por equívocos na logística da *Reviwes of Modern Physics*, este trabalho só foi publicado em 1966 (PESSOA JR, 2006a).

provas era capaz de demonstrar a necessidade da não localidade para interpretar a teoria quântica através de variáveis ocultas. A partir disso, ele buscou saber se seriam possíveis as teorias de variáveis ocultas locais (PESSOA JR, 2006a; PESSOA JR, 2008).

O resultado desta investigação levou Bell às suas (re)conhecidas desigualdades. Segundo Freire Jr, 1991:

> Ele toma a premissa einsteiniana da separabilidade (independência de sistemas físicos distantes no contínuo espaço-tempo); evidência que isto leva à predeterminação das variáveis da partícula não sujeita à medição. E que, como a teoria quântica não representa esta predeterminação, isto implica a possibilidade de uma mais completa especificação do sistema. A contribuição essencial de Bell vem a partir deste ponto. Ele traduz a premissa da separabilidade num critério físico e matemático que ele denomina de localidade; com base neste critério formula um modelo de uma descrição mais completa, usando variáveis adicionais às usadas pela teoria quântica e busca tirar consequências deste modelo. Num cálculo que impressiona pela simplicidade [..] ele demonstra que um modelo deste tipo leva a desigualdades que não podem ser verificadas pelas previsões estatísticas usuais da teoria quântica. Sua conclusão é então que, ao menos no caso considerado, "a predição estatística da mecânica quântica é incompatível com a predeterminação separável" (FREIRE JR, 1991, p. 217).

Isso significa que existiam duas saídas: uma violação da separabilidade ao assumir que duas partículas distantes entre si se interagiriam instantaneamente ou as predições da teoria quântica seriam limitadas. A grande inovação deste trabalho foi propor um teste experimental ao debate a respeito dos fundamentos da teoria, que antes era exclusivamente teórico (FREIRE JR, 1991).

Fruto disso foram realizados vários experimentos a partir da década de 1970 que buscavam revelar os aspectos ontológicos ligados à teoria quântica. Os experimentos foram repetidos diversas vezes, por diferentes laboratórios e em vários contextos, sendo que os resultados dessas experimentações confirmaram as previsões da teoria quântica e rejeitaram a possibilidade de teorias de variáveis ocultas locais (CHIBENI, 1992).

Fato que não desqualificava o programa de Bohm, pois a assunção da não localidade possibilitava que a ideia escapasse das desigualdades, o que influenciou outros pesquisadores a continuarem a busca por uma teoria quântica realista (CHIBENI, 1992; FREIRE JR, 1991).

E é, justamente nesta retomada das discussões sobre os fundamentos da teoria quântica que os debates e especulações da teoria ganharam outros contornos. Influenciados pela atmosfera de contestação dos anos 1970, em que jovens do mundo todo se manifestavam contra a Guerra do Vietnã e por liberdades individuais mais amplas, um grupo de pessoas e instituições construíram espaços de discussões que buscavam entender as possíveis

implicações que poderiam ser ocasionadas pela teoria quântica. Este movimento, que originou o *Fundamental Fysiks Group*, será descrito na próxima seção.

## 2.1 Origem do *Fundamental Fysiks Group*

O retorno das discussões sobre os fundamentos da teoria quântica desenvolveu-se a partir de um epicentro localizado na costa oeste dos EUA, mais especificamente no estado da Califórnia. Local que reunia características muito especiais, pois concentrava algumas das universidades mais renomadas dos EUA, bem como um grande número de organizações religiosas orientais (SAITO, 2019).

Nesta região cresceu Elizabeth Rauscher, que sempre foi apaixonada por ciência. Na infância, ela passava horas observando plantas ou estrelas no céu, além de viver com as mãos sujas tentando descobrir coisas embaixo da terra. Sua brincadeira era projetar, construir e remontar telescópios. Assim, como não poderia ser diferente, ao chegar o momento de ir à faculdade, Rauscher se matriculou no curso de Física, na Universidade de Berkeley. Nessa época, ela mostrava grande interesse pelo muito pequeno e pelo muito grande, mais especificamente por átomos e galáxias. Quando ainda era apenas uma estudante universitária, Rauscher publicou um artigo sobre física nuclear, abrindo portas para um mestrado na mesma área, concluído em 1965 (KAISER, 2011).

Após esta formação inicial, Elizabeth Rauscher conseguiu um emprego de pesquisadora na equipe do *Lawrence Livermore Laboratory*, um laboratório de armas próximo a Berkeley, criado no início da Guerra Fria (KAISER, 2011), período em que o planeta foi dividido e ficou sob o domínio de duas grandes potências, EUA e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Após a Segunda Guerra Mundial, criou-se uma retórica apocalíptica, em especial por parte dos EUA, que uma possível batalha nuclear global poderia estourar a qualquer momento, levando a humanidade à devastação. Contudo, não se pode afirmar que as duas potências de fato chegaram a considerar o uso da ação nuclear, apesar do clima de ameaça. Na verdade, ambos os lados sabiam que uma nova guerra seria um desastre, então utilizavam o poderio bélico de cada um, não para atingir diretamente o outro, mas para fins de negociação entre as partes (HOBSBAWM, 1995).

Para o governo americano, este estado de pânico era útil, pois a presença de um inimigo externo que ameaçava o modelo “democrático e livre” do ocidente capitalista servia como um favorável argumento para o grande investimento na indústria militar do país

(HOBSBAWM, 1995). Dessa forma, a vida profissional de Rauscher, assim como a de grande parte dos cientistas daquela época, foi marcada por estes desdobramentos.

Em busca de alcançar os soviéticos, que haviam lançado o satélite Sputnik em outubro de 1957, os EUA concentraram todas as suas atenções para o desenvolvimento da ciência e tecnologia, levando o governo estadunidense a incentivar e a priorizar a educação científica. Nessa época, foram desenvolvidos grandes projetos curriculares, tais como o Biological Science Curriculum Study (BSCS), o Physical Science Study Commitee (PSSC), o Chemical Study Group (CHEM) e o Chemical Bond Aproach (CBA). Estes visavam construir uma educação que buscava transformar cada estudante em um pequeno cientista, o que contribuiria para vencer a corrida anti-URSS. Grandes investimentos foram feitos e, como consequência, houve um crescimento vertiginoso do número de físicos no país (AULER, 2002; SAITO, 2019).

No entanto, por decorrência de gastos com outra guerra, a do Vietnã, houve uma queda abrupta desse investimento por parte do governo dos EUA, levando vários recém-doutores em Física a não encontrarem emprego. Em 1968, eram 989 PhDs em Física para 253 postos de trabalho, chegando a um pico, três anos depois, de 1053 candidatos a 53 vagas (KAISER, 2011).

Elizabeth Rauscher testemunhou o início desse período de crise, logo depois de chegar a Livermore. Mesmo em um contexto adverso, conseguiu manter seu emprego e, após seu filho alcançar a idade necessária para ir para uma escola integral, ela voltou aos estudos, indo cursar doutorado na Universidade de Berkeley. Durante este tempo, trabalhou no *Lawrence Berkeley Laboratory,* sob orientação do químico nuclear Glenn Seaborg, um veterano do projeto Manhattan[21] e ganhador do prêmio Nobel (KAISER, 2011).

Nesse laboratório, a equipe também era composta pelo físico teórico Henry Stapp, que foi um dos primeiros a divulgar o trabalho de Bell nos EUA. O interesse de Stapp por este trabalho capturou a imaginação de Rauscher e de seu colega George Weissman, que havia chegado ao laboratório em 1971 e era orientado por Geoffrey Chew, então diretor do *Lawrence Berkeley Laboratory* (KAISER, 2011; ROCHA, 2015).

A relação entre Rauscher e Weissman iniciou-se com os "seminários secretos", um grupo de discussão informal criado por Chew, nos anos 1950, para incentivar seus estudantes a trabalharem juntos. Ao se tornarem próximos, descobriram que tinham um

[21] Durante a Segunda Guerra Mundial, o Projeto Manhattan foi desenvolvido nos EUA, em colaboração com a Grã-Bretanha e Canadá, sob direção do físico Julius Robert Oppenheimer. Com a intenção de construir bombas atômicas, trabalharam no projeto cerca de 130 mil pessoas, sendo 21 Prêmios Nobel (OKUNO, 2015).

interesse em comum, entender como os conceitos da física poderiam esclarecer a consciência humana (KAISER, 2011).

Em busca dessa relação, Rauscher conheceu o *Institute for the Study of Consciousness*, fundado, em 1973, por Arthur Young, engenheiro aposentado formado pela Universidade de Stanford, que se interessava por misticismo oriental, alquimia e parapsicologia. Para as reuniões do Instituto, Young convidou Saul-Paul Sirag e Nick Herbert. O primeiro era um estudante de Física, e o segundo havia concluído seu doutorado em Física pela Universidade de Stanford (ROCHA, 2015).

No *Institute for the Study of Consciousness* de Young, Paul-Sirag e Herbert, que haviam se conhecido ali, tiveram o primeiro contato com Stapp e Rauscher. Por intermédio de Elizabeth Rauscher, Paul-Sirag e Herbert foram apresentados também a John Clauser, físico que fazia pós-doutorado no *Lawrence Berkeley Laboratory* e que tinha obtido o primeiro resultado experimental das desigualdades de Bell (ROCHA, 2015).

Nessa época, o físico austríaco Fritjof Capra, com doutorado em Viena e com dois pós-doutorados, um em Paris e outro na Califórnia, escreveu um pequeno ensaio que relacionava a teoria quântica a religiões orientais e enviou para Chew. Este, sem muito interesse no assunto, repassou a Rauscher e Weissman, que o convenceram a convidar Capra para uma visita ao laboratório de Berkeley (ROCHA, 2015).

Durante sua visita aos EUA, além de ir ao *Lawrence Berkeley Laboratory*, Capra também foi a São Diego, para conhecer Jack Sarfatti. Sarfatti era doutor em física pela Universidade da Califórnia em Riverside e havia trabalhado com David Bohm no *Birkbeck College*, em Londres. Inclusive, Capra, que trabalhava no *Imperial College* de Londres, teve conhecimento sobre Sarfatti por meio de Bohm (ROCHA, 2015).

Sarfatti era amigo de Fred Alan Wolf, doutor em física pela Universidade da Califórnia de Los Angeles (UCLA), que, entre os anos de 1973 e 1974, lecionava na Universidade de Paris e de Londres. Na Inglaterra, mais precisamente no *Birkbeck College*, Wolf trabalhava no programa de variáveis ocultas de David Bohm. Enquanto isso, Sarfatti, que havia trabalhado com Bohm no ano anterior, estava no *International Centre for Theoretical Physics*, em Trieste, na Itália, a convite do diretor Abdus Salam, físico paquistanês que ganharia, em 1979, o prêmio Nobel por suas contribuições teóricas à Física de partículas (KAISER, 2011).

Mesmo distantes nesse período, Sarfatti e Wolf mantiveram a amizade, encontrando-se frequentemente em Paris ou Londres. Ao fim dessa experiência na Europa, em 1975, os dois retornaram para a Califórnia, ano em que Capra também se mudou. Ele se

tornou vizinho do *Institute for the Study of Consciousness* em Berkeley e passou a integrar o grupo de pesquisa de Chew, no *Lawrence Berkeley Laboratory* (ROCHA, 2015).

Aproveitando desse momento, Rauscher, que tinha certa ligação com todos, teve a ideia de criar um grupo de discussões informais entre eles. O objetivo era aprender mais sobre o trabalho de Bell, a não localidade e suas implicações. Assim, como consequência dos esforços de Rauscher, em maio de 1975, foi fundado o *Fundamental Fysiks Group*, formado por Stapp, Rauscher, Weissman, Capra, Sarfatti, Clauser, Paul-Sirag, Herbert e Wolf (KAISER, 2011).

Os membros do *Fundamental Fysiks Group* eram fascinados pelo trabalho de Bell, mas este não era o único interesse em comum. Eles queriam também examinar como os fundamentos da teoria quântica poderiam auxiliar na explicação de fenômenos paranormais. E era uma época propícia para isso, pois a *Central Intelligence Agency* (CIA), o Pentágono e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) estavam trabalhando no assunto, estimulados por um suposto avanço das pesquisas soviéticas sobre a leitura e controle da mente (KAISER, 2011; ROCHA, 2015).

A suspeita era que os fenômenos paranormais estavam sendo usados pela URSS para espionagem. Essa desconfiança ocorreu após a publicação do livro "Experiências Psíquicas Além da Cortina de Ferro", em 1970, pelas pesquisadoras estadunidenses Sheila Ostrander e Lynn Scroeder. A partir de investigações realizadas durante três meses na URSS, elas concluíram que os soviéticos já possuíam 20 centros de pesquisa em *ESP (Extrasensory Perception)*, com orçamento anual de milhões de dólares. Como havia acontecido depois do lançamento do Sputnik, os EUA se sentiram defasados e estimularam, com grande investimento, a pesquisa em parapsicologia (ROCHA, 2015).

Nesse contexto, com a intenção de realizar testes de habilidades paranormais, o *Stanford Research Institute* (*SRI*) foi formado e teve como lideranças os físicos Russel Targ e Harold Puthoff. Entre as investigações realizadas pelo grupo destacaram-se os testes realizados com o paranormal israelense Uri Geller, famoso pela suposta habilidade de ler mentes, de receber sinais do futuro e por dobrar objetos de metal com o pensamento. O resultado da pesquisa foi publicado, em outubro de 1974, na prestigiada revista *Nature*. Nesse artigo, Targ e Puthoff chegaram à conclusão de que Geller possuía habilidades parapsicológicas (KAISER, 2011; ROCHA, 2015).

Esse trabalho despertou o interesse de Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf. Em Londres, no *Birkbeck College*, eles se encontraram com David Bohm, com o objetivo de também testarem as habilidades de Uri Geller. Na ocasião, Geller teria dobrado as chaves de

Bohm e disparado um contador Geirger que encontrava em suas mãos. Para os que presenciaram o feito, o resultado parecia claro: Geller verdadeiramente apresentava poderes psíquicos (KAISER, 2011).

Diante disso, o grupo do *SRI* e os membros do que seria, posteriormente, o *Fundamental Fysiks Group*, passaram a buscar possíveis relações entre os fundamentos da teoria quântica e a parapsicologia. Estas pesquisas deram origem a vários livros, como o *Space-Time and Beyond: Towards an Explanation of the Unexplainable*, escrito por Wolfe ilustrado por Bob Toben. O livro, que foi lançado em 1974, vendeu 50 mil cópias na primeira edição e foi traduzido para diversos idiomas. Henry Stapp relembra que, em uma reunião do *Fundamental Fysiks Group* em sua casa, em 1975, que se seguia noite afora e que, como de costume, havia se transformado em festa, podia se escutar no jardim, onde se encontrava todo grupo, os membros traçando planos para a escrita dos próximos *best-sellers* (ROCHA, 2015).

Com efeito, a repercussão das pesquisas foi grandiosa, o que, consequentemente, chamou a atenção da mídia. Reportagens sobre física e parapsicologia em jornais e revistas ganharam projeção nacional. Enquanto algumas matérias apresentavam o sucesso e o caráter curioso dos trabalhos, outras mostravam insatisfação com o governo por estar gastando com pesquisas em ESP (ROCHA, 2015).

O *New York Times*, por exemplo, reportou que os mágicos James Randi e David Copperfield denunciavam Uri Geller como charlatão, afirmando que sua suposta paranormalidade não era nada mais do que truques. Randi, que foi o maior opositor de Geller, até mesmo sendo processado por este, publicou um livro sobre o assunto: *The Magic of Uri Geller*, 1975 (reeditado como *The Truth About Uri Geller*, 1982) e um capítulo do livro *Flim-Flam: Psychics, ESP, Unicorns and Other Delusions*, 1982 (ROCHA, 2015).

Outros dois que faziam oposição às pesquisas *ESP* foram os psicólogos neozelandeses David Marks e Richard Kammann. Em um trabalho publicado na revista *Nature* de 1978, os dois apresentaram uma replicação dos experimentos realizados por Russel Targ e Harold Puthoff, mas sem chegar ao mesmo resultado. Em outros três artigos nesta mesma revista, eles continuaram a questionar a legitimidade do trabalho dos físicos do SRI (ROCHA, 2015).

O físico John Wheeler foi outro que se levantou contra essas pesquisas. Para isso, Wheeler ajudou a fundar o *Committee for the Scientific Investigation of Claims of the Paranormal* (CSICOP) e o *Austin Society to Oppose Pseudoscience* (ASTOP), com o objetivo de realizar exames racionais e críticos de alegações controversas e extraordinárias, como a

parapsicologia. Os estudos realizados pelas organizações eram publicados em revista própria, a *Skeptical Inquire* (KAISER, 2011; ROCHA, 2015).

Em meio a uma época em que os investimentos nas pesquisas em física haviam sofrido uma grande queda, devido aos gastos com a Guerra do Vietnã, como dito anteriormente, este cenário de questionamento do destino do dinheiro do Estado contribuiu para que os membros do *Fundamental Fysiks Group* buscassem por fundos em fontes alternativas. Como eles tinham cultivado relações com diferentes tipos de pessoas ao longo dos anos, alguns excêntricos patrocinadores se tornaram importantes provedores de recursos (KAISER, 2011).

Os primeiros patronos das pesquisas desenvolvidas pelas pessoas desse grupo foram Arthur Young e Henry Dakin. Como apresentado, Young foi o fundador do *Institute for the Study of Consciousness* e ajudou Saul-Paul Sirag, Nick Herbert e Elizabeth Rauscher em suas pesquisas. Já Dakin, químico formado pela Universidade de Harvard e oriundo de família próspera, patrocinou as atividades do *Consciousness Theory Group*, localizado em São Francisco e fundado, em 1973, por Paul-Sirag e Herbert (ROCHA, 2015).

Outros dois investidores foram Werner Erhard e Michael Murphy, que eram os principais magnatas do Movimento do Potencial Humano (ROCHA, 2015). O conceito central por trás desse movimento era que todas as pessoas teriam um potencial extraordinário, mas inexplorado. Com o desenvolvimento desse "potencial humano", elas poderiam experimentar uma qualidade de vida excepcional[22] (SAITO, 2019).

Para que as pessoas alcançassem isso, eles organizavam diversas atividades, dentre estas, as Palestras de Maio - um retiro de uma semana que aconteceu, no ano de 1974, na Universidade de Brunei, próximo a Londres. Nesse evento, Fred Alan Wolf conheceu Werner Erhard, que era um dos palestrantes. (ROCHA, 2015).

Após esse encontro, quando Wolf já estava de volta a Paris, ele apresentou Erhard à Jack Sarfatti. Apesar de um estranhamento inicial por parte de Sarfatti, ele e Wolf mantiveram contato com Erhard e, posteriormente, quando estes já tinham retornado à Califórnia, os dois junto a Paul-Sirag, tornaram-se *coachings* da equipe do *Erhard Seminars*

[22] Elizabeth Puttick (2006) afirma que o Movimento do Potencial Humano nasceu na década de 1960. A grosso modo, o movimento se apresenta como uma psicoterapia capaz de permitir o auto aperfeiçoamento a partir do acesso ao que acreditam ser o "potencial humano inato". Este movimento é parte de elaborações espirituais diversas que, no Estados Unidos, tiveram início ainda no século XIX. Puttick (2006) afirma que a Nova Era, assim como outras espiritualidades contemporâneas, foi influenciada por algumas elaborações desse movimento.

*Training* (*EST)*[23] , ensinando a nova física, oriunda do trabalho de Bell e do debate sobre a não localidade (KAISER, 2011; ROCHA, 2015).

Assim como Werner Erhard, seu amigo Michael Murphy também era fascinado por ciência, em especial a física. Murphy foi o fundador do *Esalen Institute*, que servia como espaço para encontros do movimento do potencial humano. Situado na costa da Califórnia, numa região chamada *Big Sur*, o *Esalen Institute* serviu como local para diversas palestras sobre as implicações oriundas da teoria quântica, sendo a primeira em 1976 (KAISER, 2011).

Para esse evento, Michael Murphy convidou Jack Sarfatti para liderar um *workshop* de um mês no *Esalen Institute*, em que o próprio Sarfatti se encarregaria de convidar os participantes. Além dos membros do *Fundamental Fysiks Group*, também participaram o físico David Finkelstein, o neurocirurgião e psiquiatra da Universidade de Stanford Karl Pribam e o escritor Gary Zukav (ROCHA, 2015).

Empolgado com o sucesso deste primeiro encontro, Murphy propôs a Nick Herbert e Saul-Paul Sirag que organizassem outro, com foco nas implicações do trabalho de Bell e na natureza da realidade. O *Esalen Seminar on Quantum Physics and the Nature of Reality* se tornou anual e até 1988 participaram das conferências nomes como: Herbert, Paul-Sirag, Wolf, Rauscher, Finkelstein, Clauser, Philippe Eberhard, Bernard D'Spagnat, Heinz-Dieter Zeh, Murphy, Zukav e Brandon. Ademais, pelo *Esalen Institute* passaram outros físicos, como: Capra, Amit Goswani, Russell Targ, Heinz Pagels, David Bohm, Carl Sagan e Richard Feynman (ROCHA, 2015). Com isso, pode-se afirmar que o *Esalen Institute* se transformou, ao longo dos anos, em um dos palcos de debate dos fundamentos da teoria quântica. Enquanto espaço de discussões, este funcionou como um local de contestação, reunindo e patrocinando àqueles que ousavam ultrapassar os limites do conhecimento científico.

### 2.3 As implicações do surgimento do *Fundamental Fysiks Group*

Até a metade do século XX, grande parte da sociedade ocidental partilhava de inúmeras características com relação às famílias e às tradições. Época em que as normas e os "bons costumes" eram praticamente uma exigência para a manutenção da civilização. Contudo, após a Segunda Guerra Mundial, os arranjos básicos sociais começaram a mudar.

[23] O *EST* era um controverso *workshop* de 60 horas que visava transformar a vida de seus participantes (ROCHA, 2015).

O aumento no número de divórcios, de pessoas que viviam sós e da liberdade sexual indicavam uma profunda ruptura na relação entre gerações. Além disso, as marcas culturais dos jovens dessa época, como o acesso à tecnologia, proporcionavam a eles uma vantagem sobre os mais velhos, ou seja, para ter acesso ao mercado de trabalho, os filhos já não tinham muito o que aprender com seus pais.

Nesse contexto, a música negra ampliava seu alcance para além dos guetos e o *blue jeans* avançava para as camadas sociais mais altas. Jovens aristocratas europeus abandonavam seus sotaques característicos e passavam a utilizar um linguajar mais próximo da classe operária. Segundo Hobsbawm (1995), essa guinada para o popular, pode ter (ou não) influenciado a corrida dessa juventude para a política revolucionária desse momento histórico.

Esta ampliação do que era aceitável fez com que aumentassem as práticas de comportamentos até então considerados "desviantes", como o uso de drogas e as diferentes formas de relações humanas possíveis. Assumia-se que o mundo era formado por bilhões de pessoas definidas por um desejo de liberdade individual que já não aceitavam as regras impostas pelas convenções e proibições sociais.

Como apresentado na seção anterior, em meio a esse ambiente de contestação, alguns físicos na Califórnia (EUA) começaram a se destacar, por não estarem satisfeitos com as explicações dadas pelos "pais" da teoria quântica. Inseridos em uma sociedade que já não oferecia empregos suficientes para todos, e em meio a uma revolução cultural, em que questionar as bases impostas era o *status* vigente, esses jovens físicos levaram a discussão sobre os fundamentos da teoria quântica para outros patamares.

Num contexto de formulação e de busca coletiva pela descoberta, essas pessoas e suas instituições propiciaram ao mundo um fluxo de ideias com novos significados e representações. Entretanto, as especulações criadas em torno da teoria fomentaram todo um imaginário social e por meio de uma forte pressão da indústria cultural[24], atualmente, o termo quântica se tornou uma espécie de *griffe* (CRUZ, 2011).

[24] Este termo foi cunhado por Horkheimer e Adorno (2009) para "aludir a manipulação das consciências pelos meios de comunicação (ABBAGNAMO, 2012, p. 645). Para eles, toda cultura de massa no sistema capitalista é idêntica e visa a manutenção do *status quo*. As pessoas que recebem os produtos oriundos da indústria cultural são padronizadas e classificadas a partir daquilo que consomem, nas palavras dos autores: "[...] cada um deve se comportar, por assim dizer, espontaneamente, segundo o seu nível, determinado *a priori* por índices estatísticos, e dirigir-se à categoria de produtos de massa que foi preparada para o seu tipo" (HORKHEIMER; ADORNO, 2009). Dessa forma, os meios de comunicação são instrumentos ideológicos que divulgam crenças que levam a população a aceitar as estruturas sociais como estão postas, sem refletir ou criticar o que levou a consolidação dessas estruturas. Em outras palavras, a cultura de massa serve de "sustentáculo aos desejos de liberdade e felicidade [...] que são inviabilizados nas sociedades modernas, mas projetam-nos em uma esfera ilusória, afirmando, assim, o *status quo* ao pacificar o desejo rebelde" (BOTTOMORE, 1988, p. 158).

Em uma rápida busca no Google, encontram-se 798 mil resultados para Teoria Quântica, 673 mil, para Mecânica Quântica e mais de 2 milhões, para Física Quântica. Ao utilizar na busca o termo Medicina Quântica tem-se um salto para mais de 3 milhões e 800 mil resultados, Psicologia Quântica, em torno de 1 milhão e meio, Direito Quântico, 180 mil e Tantra Quântico, 240 mil opções. De acordo com Cruz (2011, p.303): "esta presença em áreas tão diversas mostra que a mecânica quântica, além de uma teoria revolucionária, é também um fenômeno sociocultural".

Pode-se afirmar que tais resultados se devem a uma necessidade de uma possível legitimação científica, isto é, buscam justificar algo com base na ciência, a fim de apresentar um produto que receba o selo de "comprovado cientificamente". Grande parte da população ainda crê em uma ciência como sinônimo de verdade absoluta; ideia esta que pode ser fruto de uma concepção que acredita na existência de um método científico rigoroso, confiável e exato (McCOMAS, 1998). Com base nisso, a indústria cultural utiliza de todos os recursos (produtos, publicidade, etc.) para suprir os desejos de seus consumidores[25] (CAMPANARIO *et al*., 2001; MACHADO, 2017).

Com este raciocínio, Machado (2017, p. 40) entende que, nessa perspectiva, "o conhecimento científico tem apenas um caráter instrumental de servir como um artifício de legitimar certos objetivos" mercadológicos. Esta influência do capital na construção dessa forma de conhecimento, caracterizada pelo autor como "divulgação místico quântica", faz com que as apropriações possam apresentar bases ingênuas, indevidas e indébitas, "algumas muito próximas do Charlatanismo" (MACHADO, 2017, p.52).

Segundo Machado (2017), a divulgação científica transforma o conhecimento científico em um conhecimento a ser divulgado. Essa transposição envolve uma apropriação e ambas são realizadas a partir das intencionalidades de quem as realiza, o que faz com que o conhecimento científico transposto adquira outros sentidos, significados e representações. Para ele, as apropriações e transposições inerentes à divulgação científica, também são encontradas nos textos de divulgação "místicos quânticos"[26].

[25] Pode-se acrescentar, a partir de Silveira e Sofiati (2017), que a paisagem religiosa contemporânea favorece esse tipo de expediente visto que a autoridade das tradições e instituições religiosas é colocada em xeque pela própria modernidade. Isso significou o advento de uma religiosidade mais individualizada que permite ao sujeito que crê a elaboração de ideias religiosas que não precisam necessariamente da validação institucional ou da tradição. A tradição perde a autoridade que tinha no passado, o que obriga os sujeitos a procurarem outras fontes de autoridade. É nesse sentido que se pode pensar em um misticismo quântico por determinados grupos religiosos e buscadores espirituais.

[26] Machado (2017) trata o "misticismo quântico" como comumente utilizado, isto é, como a globalidade das apropriações da teoria quântica por outras áreas do conhecimento.

Entretanto, a partir do que foi apresentado na seção anterior, vale indagar: as alegações de "charlatanismo" podem ser realizadas para caracterizar o período de surgimento do *Fundamental Fysiks Group*, quando jovens físicos buscavam interpretações para a teoria e suas implicações? Entende-se que não!

Não se pode negar que algumas das ideias apresentadas pelos membros *Fundamental Fysiks Group* são bem curiosas e até mesmo questionáveis, mas, também, não se pode esquecer de que foram estas indagações excêntricas que serviram como elementos motivadores que proporcionaram alguns debates sobre os fundamentos da teoria quântica.

Como exemplo disso, pode-se citar a divulgação do trabalho de Bell. Em 1971, este havia sido referenciado apenas uma vez, subindo para três referências no ano 1973 e sete em 1972. Somente a partir de 1976 é que este número se amplia consideravelmente, passando, a cada ano, para cerca de 20 a 30 artigos relacionados com o tema. Até 1980, já haviam sido publicados no mundo por volta de 160 trabalhos sobre o assunto. Desse total de artigos, 27% por cento foram publicados nos EUA, sendo que 72% dos 27% vieram de participantes regulares do *Fundamental Fysiks Group*, número que aumenta para 86%, caso também se inclua neste cálculo autores que reconhecem a ajuda de membros do grupo (KAISER, 2011).

Estes dados mostram o quanto é complexa a análise deste "movimento", inclusive dificultando a demarcação daquilo que se tem como sendo ciência ou não. Muitos falam em "charlatanismo", mas sequer buscam entender o que levou ao nascimento destas ideias. Como mostrado neste trabalho, a sociedade do pós-guerra era mais aberta a novos caminhos e experiências, o que, inclusive, levou à formação de grupos da contracultura. Essa abertura permitiu a elaboração de outros horizontes e expectativas que não os tradicionais, além de hibridizações que, amiúde, desafiavam a *big science*.

Dessa forma, a posição defendida neste trabalho é que não cabe fazer o papel, como diz Rocha (2015), de desmistificador, que possui a missão de esclarecer ou refutar as ditas "pseudociências". Cabe sim, tentar entender como surgiram e se desenvolveram as diferentes formas de conhecimento, a fim de levar para a sala de aula uma ciência contextualizada e conectada com outras maneiras de ver o mundo.

Por fim, feito esse posicionamento com base na apresentação dos aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos da época do surgimento do *Fundamental Fysiks Group* realizada neste capítulo, a seguir, serão expostos: um estado do conhecimento de pesquisas brasileiras realizadas na área de pesquisa em Ensino de Física, fundamental para à proposta de uma intervenção didática; o ambiente em que ocorreu a intervenção didática e a concepção curricular dessa intervenção; bem como o desenvolvimento da intervenção didática.

# 3 INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Toda pesquisa busca resolver uma questão e esta que aqui está sendo exposta, não é diferente. Como colocado logo na apresentação deste trabalho, a pergunta, que foi construída ao longo do processo de investigação, é: qual a potencialidade do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores?

Sem dúvida, esta pergunta poderia ser respondida por pesquisas com diferentes enfoques, sejam eles teóricos e/ou empíricos. Mas, por mais que a escolha da trajetória da pesquisa em um momento de exposição possa parecer uma coisa trivial, na realidade o caminho selecionado é fruto de muita reflexão.

E é com base nesta reflexão que este capítulo se inicia. Para realizar a busca por respostas para a pergunta de pesquisa, decidiu-se investigar quais as tendências e demandas da área de pesquisa em Ensino de Física com respeito ao debate sobre a natureza da ciência. Para isso, realizou-se um estado do conhecimento, analisando trabalhos apresentados nos dois principais eventos de pesquisa em Ensino de Física do Brasil, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). O resultado desta análise é o que será apresentado na primeira seção deste capítulo.

Em seguida, como conclusão deste estado do conhecimento realizado, será apresentado qual foi o caminho escolhido, isto é, a intervenção didática. Na segunda seção deste capítulo serão apresentados o ambiente e a concepção com que esta intervenção foi construída, para, na sequência, expor como a intervenção se desenvolveu junto a professores em formação no primeiro semestre letivo de 2020 na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG.

## 3.1 Estado do conhecimento: o debate sobre a natureza da ciência na área de pesquisa em Ensino de Física

Pesquisas denominadas “estado da arte” contribuem de maneira significativa para a constituição do campo teórico de uma área do conhecimento, uma vez que se busca com esse tipo de investigação

> [...] identificar os principais aportes da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições

> da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (ROMANOWSKI; ENS, p. 39, 2006).

Isso significa que este tipo de estudo possibilita examinar as ênfases e os temas abordados nas pesquisas, os referenciais teóricos e metodológicos utilizados, as subjetividades dos diferentes pesquisadores da área e as perspectivas para o desenvolvimento do campo de pesquisa. Trata-se de uma sistematização de tudo que já foi produzido pela área em determinado tempo, ou seja, teses e dissertações, eventos, periódicos, etc. Caso haja uma restrição e se aborde apenas um setor dessas publicações tem-se o denominado "estado do conhecimento (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

A partir desta definição, a seção presente intenta construir o estado do conhecimento sobre a utilização didática da história e filosofia da ciência no ensino de física no Brasil, em busca de mapear as pesquisas realizadas na área de pesquisa em Ensino de Física que possuem como foco a discussão sobre a natureza da ciência. Esse panorama poderá auxiliar na identificação das principais tendências que têm sido contempladas na área, possibilitando uma reflexão sobre as pesquisas que visam à inserção do tema no ensino.

Apesar do uso didático da história e filosofia da ciência ser praticamente um consenso, pesquisas mostram um reduzido número de trabalhos que realizaram essa inserção no ensino de física em sala de aula (SCHIRMER; SAUWEVEIN, 2011; TEIXEIRA, *et al*., 2012; OLIVEIRA; SILVA, 2013; SCHIRMER; SAUWEVEIN, 2014; SILVA; GATTI, 2015; SILVA *et al*., 2015).

Dos 194 trabalhos publicados acerca da história e filosofia da ciência no SNEF e no EPEF, entre os anos 2000 e 2010, Schirmer e Sauwein (2011) identificaram apenas 29 trabalhos que realizaram a implementação de uma proposta didática (14%). Com o mesmo critério de busca, mas contemplando apenas os principais periódicos da área (Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Revista Brasileira de Ensino de Física, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Ciências e *Enseñanza de las Ciencias*), Teixeira *et al*. (2012) encontraram, desde 1980 até meados de 2011, 14 artigos de 160 trabalhos que envolviam a história e filosofia da ciência como temática principal (8%).

No que tange às intervenções didáticas em sala de aula, tendo como eixo condutor a natureza da ciência, Silva *et al*. (2015) desenvolveram uma pesquisa no período compreendido entre 2004 e 2013, em três periódicos nacionais (Experiências em Ensino de Ciência, Química Nova e Investigações em Ensino de Ciências) e um internacional (*Enseñanza de las Ciencias*). Dos 719 trabalhos que apresentavam o termo "natureza da

ciência" em seus resumos, somente 15 se adequavam aos critérios estabelecidos pelas autoras, ou seja, publicações que tinham feito algum tipo de aplicação em sala de aula (2%). Destes trabalhos, seis são da área de Ensino de Biologia, quatro do Ensino de Física e o restante sobre outros temas, como educação não-formal; currículo; ciência, tecnologia e sociedade (CTS); etc.

Com este mesmo foco de investigação, Oliveira e Silva (2013) buscaram nos SNEFs e EPEFs, ocorridos entre 2000 e 2009, trabalhos que contemplavam o uso didático da história e filosofia da ciência no ensino de física e que possuíam o objetivo de proporcionar uma compreensão da natureza da ciência. A partir da leitura dos títulos e resumos, as autoras selecionaram 125 trabalhos[27] sobre a temática história e filosofia da ciência, sendo encontrados 26 que realizaram aplicações didáticas (20%).

Após leitura integral dos textos de 18 trabalhos do SNEF e 8 do EPEF, Oliveira e Silva (2013) descartaram 3 trabalhos do SNEF por entenderem que eles não tinham realizado uma intervenção em sala de aula. Desses 23 artigos restantes, 10 buscaram discutir a natureza da ciência (8% de 125 trabalhos). Dos 15 trabalhos do SNEF que promoveram aplicações didáticas embasadas na história e filosofia da ciência, oito se enquadraram neste último recorte, enquanto no EPEF, dos três trabalhos que implementaram ações didáticas, dois tinham como objetivo debater a natureza da ciência.

E é com intuito de dar continuidade a esta última pesquisa, de estado do conhecimento, que esta seção se desenvolveu. A busca se deu nas atas destes que são os principais eventos da área de Ensino de Física, desde o ano de 2010 até o ano de 2018.

O SNEF é um evento que ocorre de dois em dois anos, desde 1970. Tal Simpósio é promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e proporciona o encontro de estudantes, professores e pesquisadores da área de Ensino de Física. O objetivo do evento é propiciar a troca de ideias e vivências de seus participantes por meio de apresentações e discussões de trabalhos, além de atividades no formato de mesas redondas, conferências, minicursos, etc. Os campos temáticos do evento são distribuídos em:

- Didática da Física: Materiais, Métodos, Estratégias e Avaliação;
- Formação do Professor de Física (todos os níveis de escolaridade);
- Educação Científica e Formação Profissional;

[27] Os números diferem de Schirmer e Sauwein (2011), pois estes últimos buscaram e selecionaram trabalhos para além do campo temático *Filosofia, História e Sociologia da Ciência e Ensino de Física*, tais como os campos destinados à interdisciplinaridade e as artes.

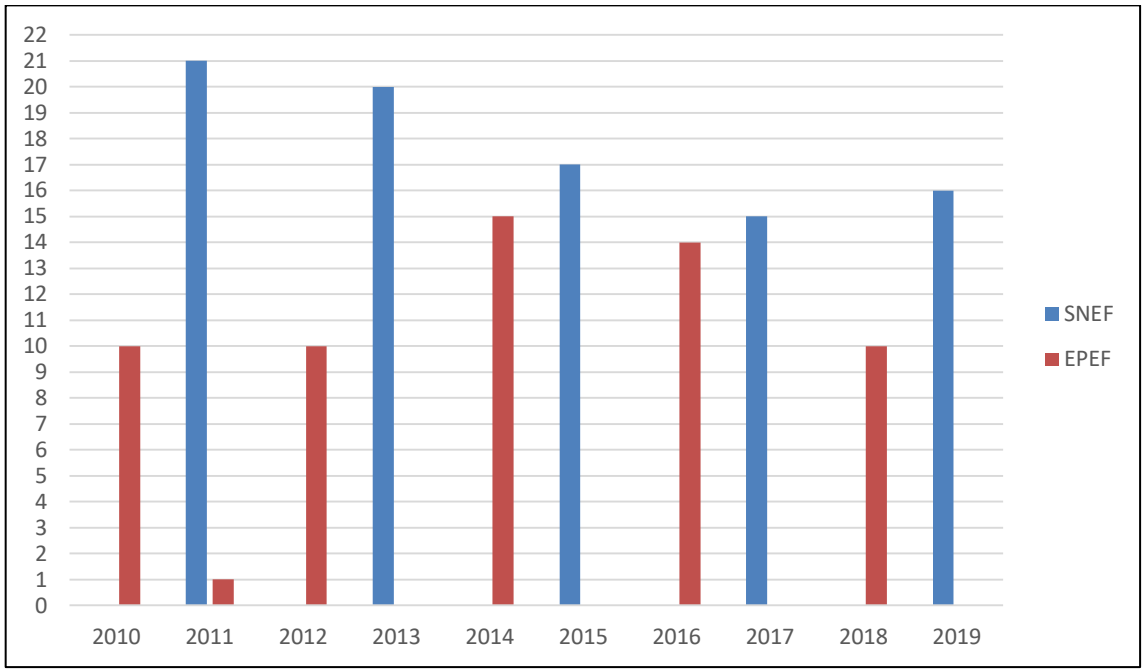
- O Ensino de Física para a Graduação (física, engenharias, química, biologia, arquitetura, arte, etc.);
- Alfabetização Científica e Tecnológica e Ensino de Física;
- Filosofia, História e Sociologia da Ciência e Ensino de Física;
- Tecnologias (laboratório, vídeo e informática) no Ensino de Física;
- Interdisciplinaridade e Ensino de Física;
- Políticas para o Ensino de Ciência e de Tecnologia;
- Arte, Cultura e Educação Científica;
- Divulgação Científica e Comunicação no Ensino de Física;
- Física Moderna e Contemporânea e a Atualização Curricular;
- Ensino de Física e Estratégias para Portadores de Necessidades Especiais.

Já o EPEF, também promovido pela SBF, tem como objetivo a disseminação da pesquisa em Ensino de Física. O evento que ocorre bienalmente, desde 1986, congrega pesquisadores e estudantes de pós-graduação que desenvolvem pesquisa na área. Os trabalhos são separados de acordo com os seguintes campos temáticos:

- Formação e prática profissional de professores de Física;
- Aprendizagem em Física;
- Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física;
- Linguagem e cognição no Ensino de Física;
- Didática, currículo e avaliação no Ensino de Física;
- Divulgação e comunicação de Física em espaços formais e não formais;
- Tecnologia da informação, difusão tecnológica e o Ensino de Física;
- Políticas públicas e o Ensino de Física;
- Questões teórico-metodológicas da pesquisa em Ensino de Física;
- Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Ensino de Física

No intervalo de tempo aqui proposto para investigação (2010 – 2018), foram realizados onze eventos, sendo cinco SNEFs e seis EPEFs. A partir das atas desses eventos, selecionou-se o campo Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física para a busca dos trabalhos. A quantidade de artigos é apresentada no gráfico abaixo de acordo com o ano e o respectivo evento.

**Tabela 1:** Trabalhos sobre história e filosofia da ciência nos eventos




**Fonte:** elaborado pelo autor

Após este primeiro levantamento, os 149 trabalhos foram examinados a partir dos seus títulos, palavras-chaves e resumos. A atenção dirigiu-se às produções que possuíam elementos correlativos ao objeto desta investigação, ou seja, a utilização em sala de aula da história e filosofia da ciência no ensino de física.

Nesta segunda etapa, com base em Schirmer e Sauwein (2011), os trabalhos foram separados de acordo com as seguintes categorias:

• Proposta didática implementada: trabalhos com propostas implementadas em sala de aula.

• Proposta não implementada: propostas didáticas para a sala de aula não implementadas no ensino.

• Subsídios: contribuições ou narrações históricas, subsídios metodológicos ou epistemológicos, traduções de artigos, etc.

• Pesquisas em periódicos e eventos: levantamentos sobre trabalhos em periódicos, catálogos, eventos etc.

• Pesquisas em Livros Didáticos: trabalhos que apresentam pesquisas sobre livros didáticos.

• Pesquisa sobre concepções: trabalhos sobre pesquisas de concepções, opiniões ou práticas de estudantes, professores, etc.

A quantidade de trabalhos por categoria, bem como o evento correspondente podem ser vistos na tabela abaixo:

**Tabela 2:** Distribuição de trabalhos por categoria

| Natureza da proposta | Categorias | SNEF | EPEF | Total | Total por Natureza |
|---|---|---|---|---|---|
| **Proposta para sala de aula** | Proposta didática implementada | 27 | 14 | 41 | 49 |
| | Proposta não implementada | 07 | 01 | 08 | |
| **Contribuições para o uso de história e filosofia da ciência no ensino** | Subsídios | 31 | 24 | 55 | 100 |
| | Pesquisas em periódicos e eventos | 05 | 03 | 08 | |
| | Pesquisas em Livros Didáticos | 08 | 06 | 14 | |
| | Pesquisa sobre concepções | 11 | 12 | 23 | |

**Fonte:** adaptado de Schirmer e Sauwein (2011)

Em seguida, os 41 trabalhos da categoria Proposta didática implementada foram novamente analisados, a partir da releitura dos títulos, resumos e palavras – chaves. O intuito foi buscar artigos que tinham como objetivo discutir a natureza da ciência em sala de aula.

Neste recorte, 23 trabalhos foram selecionados, sendo 14 do SNEF e 9 do EPEF. Foi feita a leitura integral dos textos e nova classificação, fundamentada em Lederman (1992), que divide as pesquisas relacionadas à natureza da ciência na área de Ensino de Ciências em quatro linhas. Segundo o autor, é possível dividir a pesquisa sobre a natureza da ciência em quatro vertentes: **avaliação das concepções de natureza da ciência dos estudantes; desenvolvimento, uso e avaliação de propostas curriculares com o objetivo de aprimorar as concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência**; **avaliação e tentativa de melhorar as visões de professores sobre a natureza da ciência**; **identificação da relação**

**entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos estudantes**. A partir dessas divisões, os trabalhos foram assim categorizados:

- **Avaliação das concepções de natureza da Ciência dos estudantes**: os trabalhos encontrados nesta categoria apresentam como foco o diagnóstico de concepções de estudantes do ensino médio e superior. O primeiro ponto a se ressaltar é que todos os trabalhos alocados nesta categoria foram apresentados no SNEF. Loures (2011) e Costa e Batista (2017) tiveram como objetivo diagnosticar as visões de estudantes do ensino médio sobre o conhecimento científico. O primeiro buscou saber a respeito da demarcação da ciência e o papel da experimentação na construção deste conhecimento e o segundo, como os estudantes entendem o experimento na atividade científica. Já o trabalho de Vicente e Schmiedecke (2015) teve como ambiente o ensino superior. Em uma turma de licenciatura em Física do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), os pesquisadores procuraram, a partir de falas expressas em uma discussão proposta em sala de aula, as opiniões dos licenciandos sobre a figura da mulher na sociedade, em específico no que tange à ciência e sua divulgação. Todos os trabalhos desta categoria foram realizados a partir de uma intervenção didática, mas sem debater a fundo como essa intervenção se desenvolveu e como a mesma modificou as concepções dos estudantes. Os trabalhos que se preocuparam em descrever isso foram alocados na próxima categoria.

- **Desenvolvimento, uso e avaliação de propostas curriculares com o objetivo de aprimorar as concepções dos estudantes a respeito da natureza da Ciência**: esta categoria contém a maior parte dos trabalhos. São 10 advindos do SNEF e 8 do EPEF. Pode-se separar a categoria em dois grupos, um em que se evidenciam episódios históricos a fim de discutir a natureza da ciência, e outro em que esta é debatida mais diretamente através do desenvolvimento em sala de aula de conceitos epistemológicos. Inseridos no primeiro grupo, tem-se: Forato *et al* (2010) e Pereira *et al* (2010), que avaliaram a inserção da história e filosofia da ciência no ensino médio, tendo como assunto a natureza da luz; Alcantâra e Braga (2011), que evidenciaram em uma atividade didática, na disciplina de ótica do ensino médio, a produção científica, artística e filosófica da Holanda do século XVII; Henrique e Silva (2011), que trabalharam a cosmologia em uma disciplina do curso de licenciatura em Ciências Exatas da Universidade de São Paulo (USP); Peron *et al*. (2012), que, em uma abordagem histórico-filosófica, destacaram a Teoria da Relatividade Restrita para uma turma de ensino médio; Loures (2013), que usou textos históricos de Michael Faraday com relação as linhas de força para se discutir o eletromagnetismo no ensino médio; Raicik e Peduzzi (2013), que, por meio da história da eletricidade, debateram os vínculos de dependência entre hipóteses e

experimentação em uma disciplina sobre história da física, cursada por licenciandos e bacharelandos em física; Milnitsky *et al*. (2015), que tiveram como objetivo promover a compreensão de estudantes do ensino médio da natureza da ciência a partir do debate Geocentrismo X Heliocentrismo presente na história da ciência; Pinto e Raposo (2015), que realizaram uma atividade experimental no ensino médio contextualizando as ideias de Galileu e a queda dos corpos; Fonseca *et al*. (2016), que aplicaram uma sequência didática no ensino médio, com a intenção de discutir aspectos relacionados à natureza da ciência a partir de textos históricos sobre o conceito de pressão atmosférica; Saito e Gurgel (2016), que investigaram as resistências de licenciandos em física da USP em trabalhar as relações entre ciência e cultura a partir do misticismo quântico; Lima e Martins (2017), que evidenciaram a história de Lise Meitner na construção do conhecimento sobre fissão nuclear com intuito de apresentar, para estudantes do ensino médio, uma ciência sem padrões androcêntricos; Monteiro e Martins (2017), que aplicaram uma sequência didática sobre a evolução do conceito de inércia a 35 estudantes, da disciplina de Mecânica, nos cursos de licenciatura em Física e bacharelado em Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Haygert e Denardim (2019), que procuraram identificar as modificações das concepções de estudantes do ensino médio, a partir de uma interferência didática que tinha como temática a termologia. Já do segundo grupo, os trabalhos são: Reis *et al*. (2010), que investigaram a influência da história e filosofia da ciência em uma disciplina de estágio de um curso de licenciatura em física; Braga e Filho (2011), que buscaram levar para o ensino médio uma iniciação aos elementos da epistemologia; Bomfim *et al*. (2016), que realizaram uma intervenção pedagógica, tendo como foco a exibição do filme de ficção científica *Steamboy* e posterior debate sobre a neutralidade em ciência com estudantes do ensino médio e Massoni *et al*. (2016), que buscaram refletir sobre relações entre as concepções epistemológicas dos licenciandos em física e suas práticas didáticas em uma disciplina de história e epistemologia da física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

- **Avaliação e tentativa de melhorar as visões de professores sobre a natureza da ciência**: esta categoria diz respeito às reflexões e às práticas que buscamm contribuir para um avanço na concepção de professores a partir da discussão sobre a natureza da ciência. Apenas um trabalho com essa característica foi encontrado. Nicácio *et al*. (2015) apresentaram um material didático voltado para a formação de professores que visa contribuir com a transposição didática da história e filosofia da ciência. A ideia dos autores é que os professores em formação utilizem das discussões sobre ciência por meio da história do vácuo

e da pressão atmosférica. A intervenção didática apresentada aconteceu em um curso de extensão da UFRN e contou com a participação de professores atuantes e licenciandos.

- **Identificação da relação entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos estudantes**: nesta categoria tem-se a pesquisa sobre a práxis docente. Assim como na anterior, apenas um trabalho foi encontrado com essa característica. Pena e Teixeira (2014) pesquisaram como um professor da disciplina de Evolução dos Conceitos de Física consegue influenciar as concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência. Como resultado, eles observaram que as visões dos estudantes são modificadas segundo a ideia de ciência defendida pelo professor.

Feito este levantamento, torna-se necessário, à guisa de conclusão desta seção, algumas considerações. É notório um aumento, comparado à Oliveira e Silva (2013), dos números de trabalhos encontrados no campo temático "Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física" do SNEF e do EPEF que tiveram propostas para sala de aula. De 20% antes constatado, tem-se agora 32% de trabalhos, sendo 27% com intervenções didáticas.

No que tange à discussão da natureza da ciência a partir dessas intervenções, nota-se outro aumento expressivo. Se antes as autoras encontram um quantitativo de 8% com essa especificidade (10 trabalhos de 125), nesta nova pesquisa esta porcentagem dobrou (24 trabalhos de 149). Conjectura-se que tais aumentos se devam à insistente preocupação de pesquisadores e professores em décadas anteriores com a utilização da história e filosofia da ciência em sala de aula.

Outro ponto que merece destaque é o número pequeno de pesquisas que têm como foco professores em atividade. Foram encontradas nesta investigação apenas duas intervenções que abordavam este público diretamente. Apesar de muitos trabalhos contemplarem a formação de professores, que indiscutivelmente é de extrema relevância, pode-se dizer que é necessário também uma preocupação em entender as concepções, bem como avaliar as práticas de docentes em atuação.

Por fim, o levantamento feito nesta seção evidencia a necessidade de se fazer investigações empíricas que tenham como foco o debate da natureza da ciência em sala de aula. Desta feita, buscou-se fundamentar a reflexão teórica em dados empíricos, pois o estado do conhecimento aqui apresentado mostrou que também é preciso alavancar o número de pesquisas que contemplem intervenções didáticas. E é justamente com esta intenção que esta pesquisa se desenvolve, ou seja, uma tentativa de estabelecer a relação entre teoria e prática para o debate sobre a natureza da ciência no ensino de física.

## 3.2 Intervenção didática na disciplina de Prática de Ensino 3 do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Goiás: uma concepção crítica de ensino

O curso de Física da UFG foi ofertado pela primeira vez no ano de 1963, a partir da criação do, atualmente extinto, Instituto de Matemática e Física. Essa estrutura durou até 1996, quando houve o desmembramento do Instituto de Matemática e Física e o curso passou a ser de responsabilidade do então recém-criado Instituto de Física (IF).

Até o ano de 2004, o curso de Física era ofertado no formato três mais um, ou seja, todos os graduandos participavam de disciplinas comuns e ao fim do terceiro ano, escolhiam se iriam optar pelo bacharelado ou pela licenciatura. Assim, apenas no último ano de formação é que as disciplinas voltadas ao ensino eram oferecidas para os futuros professores de física.

Após a aprovação da Lei 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), da resolução CONSUNI nº 06/2002 que estabelece para os cursos da UFG a mudança do regime anual para o semestral e das resoluções CNE/CP nº 1, 2, 9 que instituem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores, estabelecendo carga horária e orientando a formulação dos projetos pedagógicos das licenciaturas em Física, o curso de Física passou a ser ofertado em duas modalidades desvinculadas, licenciatura que funcionaria no período noturno e o bacharelado, no período diurno. A separação visava proporcionar aos licenciandos uma formação mais sólida em sua formação pedagógica, na medida em que eles teriam mais tempo dedicado às disciplinas voltadas especificamente para o ensino de física.

Atualmente, o curso de Licenciatura em Física da UFG é ofertado no período noturno, com duração de nove semestres e em período integral, que possibilita a formação do licenciando em sete/oito semestres. Nestas duas opções, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) é o mesmo.

A matriz curricular presente neste PPC é formada por disciplinas teóricas e práticas, que estão divididas em quatro núcleos: Comum, Específico, Livre e Optativo. O primeiro contempla as disciplinas relativas à matemática, física clássica e contemporânea; o segundo abarca as disciplinas relacionadas ao ensino e os últimos são caracterizados por conjuntos de disciplinas que são de livre escolha do licenciando, sejam ofertadas no próprio Instituto ou fora dele.

E é neste contexto de formação de professores, especificamente na disciplina do curso de Licenciatura em Física da UFG denominada Prática de Ensino III, que se encontra o ambiente da pesquisa aqui proposta. Esta disciplina pertence ao Núcleo Específico e é ofertada no sétimo semestre tanto para o período noturno, quanto para o integral. Ela possui carga horaria de 64 horas e tem como foco os seguintes conteúdos: CTS; história e filosofia da ciência no ensino de física; popularização da ciência no ensino formal e não-formal; história e cultura afro-brasileira; divulgação científica, centros e museus de Ciências.

Com foco no conteúdo de "história e filosofia da ciência no ensino de física" presente nesta disciplina desenvolveu-se a intervenção didática. A premissa era que este seria um ambiente favorável para se obter respostas ao problema de pesquisa, isto é, encontrar elementos que mostrem que o estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group* contribui para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores.

Como essas repostas dependiam da prática associada à intervenção, tornou-se necessário pensar também as concepções pedagógicas que guiariam a intervenção. Isso significa que, além do método adotado na investigação é preciso também se posicionar sobre como se concebe o ensino. Desta forma, com a intenção de se orientar nessa tarefa, para a intervenção didática, partiu-se das seguintes questões: o que ensinar? Como ensinar? Por que ensinar? E para quem ensinar?

Com essas questões em relevo, fica fácil perceber que, no fundo, pensar em prática pedagógica é pensar em currículo, ou seja, quando se colocam essas perguntas, o que se busca é uma reflexão sobre o sujeito que se quer formar e para qual sociedade essa formação é desejada.

De forma bem sintética, pode-se entender currículo como aquilo que fornece as bases para o que se espera que as pessoas atinjam com determinada formação. Assim, traçar o destino ao que se quer chegar com tal currículo passa por uma concepção de formação de identidade individual e social que se almeja. Por exemplo, se entender a escola como uma instituição que visa garantir a manutenção de um *status quo*, o currículo por ela proposto terá como função formar pessoas que se adaptam ao sistema vigente. Com isso, não se trata mais em apenas selecionar conteúdos, mas sim de utilizar o ensino para auxiliar no estabelecimento de um determinado tipo de sociedade.

A discussão sobre currículo no ocidente se iniciou nos EUA, a partir do final do século XIX e começo do século XX. Com a intensa urbanização, consequência da industrialização das cidades, a elite daquele país passou a necessitar de uma mão de obra

específica para o setor produtivo. Com isso, era preciso que as massas fossem educadas para ocupar os postos de trabalho (LOPES; MACEDO, 2011).

Nesse ambiente, currículos que atendiam a essa demanda foram desenvolvidos. Os denominados currículos tradicionais tinham como palavra-chave a "eficiência". A educação deveria ser eficiente como qualquer outra empresa, ou seja, deveria "moldar" os estudantes de acordo com as habilidades que eles necessitariam na vida ocupacional adulta (SILVA, 2005). Ideia esta que não foi uma exclusividade dos EUA, mas foi reproduzida por todo o mundo ocidental. Até que nos anos 1960, surgiram relevantes críticas a essa maneira de se pensar a formação das pessoas.

As denominadas teorias críticas do currículo, surgidas nessa época, efetuaram uma revolução no modo de se conceber a educação. Com questionamentos e uma proposta de mudança radical, estas teorias entendiam que o sistema educacional era também responsável pelas desigualdades e injustiças sociais, afirmando que o currículo tradicional teria como única intenção manter a ordem social estabelecida. Destarte, nessa concepção, a escola tem como objetivo transmitir através de seu currículo, as crenças e os valores que fazem as pessoas enxergarem os arranjos sociais como únicos possíveis e até mesmo desejáveis.

Mesmo que revoltante, isso ainda ocorre, sem grande resistência por parte da população, devido ao fato de que esses aspectos não são diretamente visíveis nem se encontram explícitos nos documentos curriculares. Encontram-se sim associados àquilo que se denomina currículo oculto, que em suma traz as reais intenções por trás de cada tipo de formação. Enquanto um sistema educacional popular serve para ensinar as pessoas das classes operárias a submissão e a obediência, a escola privada, que atende os filhos das elites, tem como função ensinar características relacionada à liderança, tais como o controle e a dominação (SILVA, 2005).

Só que, além desse complexo jogo de poder que se encontra por trás das redes de ensino, e que foge de certa forma do escopo deste trabalho, esta manutenção da ordem vigente também é exercida por meio do *corpus* formal do conhecimento escolar (APPLE, 1982). Neste sentido, pode-se destacar a ausência quase total de episódios que mostram a relevância do conflito para o desenvolvimento do conhecimento científico. No lugar de ver as contradições como combustíveis para a construção da ciência, a escola insiste em trazer para o ensino uma perspectiva linear desse conhecimento.

Como já dito, o conflito é algo inerente ao conhecimento científico. A ciência não é uma simples atividade acumulativa. Revoluções e mudanças no pensamento científico acontecem ao longo de toda sua história, podendo inclusive ser debatido como essas

transformações ocorrem, tal qual apresentado na primeira seção do primeiro capítulo deste trabalho. No entanto, o que se encontra no ensino é a ciência sendo transmitida majoritariamente em uma abordagem descontextualizada; individualista e elitista; empírica – indutivista e ateórica; rígida, algorítmica e infalível; aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; acumulativa de crescimento linear, isto é, constrói-se com os estudantes uma visão deformada de ciência.

Nessa perspectiva, as diferentes posturas em ciência não são apresentadas ou, se apresentadas, destacam-se apenas os critérios "objetivos " que levaram os "grandes gênios" a, por exemplo, escolherem o lado "correto" e não o "errado" em suas "imprescindíveis" investigações (APPLE, 1982). Dessa forma, como já debatido neste trabalho, a ciência seria um conhecimento neutro e verdadeiro, dotada de um "Método Científico" capaz de identificar os caminhos "certos" a serem seguidos pelos sujeitos em suas pesquisas científicas.

Em argumentação anterior mostrou-se como este debate é fundamental para o entendimento da natureza da ciência e que inclusive deveria ser conteúdo escolar. Só que agora fica mais nítida a razão dessa exclusão, pois, como dito nesta seção, a forma conteudista como a ciência é transmitida no ensino tem como intenção implementar uma visão de mundo que não questiona e que busca manter uma "harmonia" independente dos dessabores da sociedade atual. Trata-se de uma estratégia que intenta manter as pessoas acríticas, pois assim são mais fáceis de serem dominadas. Acredita-se que essa ideologia por trás dos conteúdos de ciência escolar serve para reforçar o quietismo da sociedade, buscando conduzir a população a um entendimento de que haja uma ordem "natural" das coisas (APPLE, 1982).

Com essa reflexão e a fim de romper com esta perspectiva conservadora, a intervenção didática aqui proposta foi desenvolvida em ressonância com a concepção de mundo aqui defendida, isto é, ao se debater a natureza da ciência em sala de aula, busca-se levar para o ensino uma concepção que não se conforma com as aparências das coisas, mas que intenta sempre descobrir as suas essências.

Dito isso, na próxima seção será apresentado como se desenvolveu a intervenção didática.

### 3.3 Desenvolvimento da intervenção didática

A intervenção didática apresentada nesta pesquisa ocorreu no primeiro semestre do ano letivo de 2020, na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG. As aulas iniciaram de maneira presencial em março, mas em decorrência

da pandemia do Novo Coronavírus, as atividades foram paralisadas, retornando de maneira remota apenas em agosto do mesmo ano.

Como dito antes, trata-se de uma disciplina de 64 horas, distribuídas em 32 encontros, sendo dois por semana. Nesse primeiro semestre do ano letivo de 2020, a disciplina contou com a participação de 19 estudantes, o professor e o professor-pesquisador. Dentre as 32 aulas, a intervenção didática realizada na disciplina ocupou mais da metade dessas e, antes de cada aula, o professor e o professor-pesquisador se reuniam para realizar um planejamento sobre o que seria trabalhado no dia. O desenvolvimento de cada uma das aulas será descrito a seguir.

Na primeira aula, o professor iniciou com a apresentação da disciplina de Prática de Ensino III, ressaltando que a ideia era dar continuidade às Práticas de Ensino I e II. Ele destacou que, assim como as disciplinas anteriores, os conteúdos da Prática de Ensino III tinham como foco apresentar aos estudantes temas investigados pela área de pesquisa em Ensino de Física.

Dando sequência a esta apresentação, o professor disse que os conteúdos da disciplina de Prática de Ensino III seriam: “História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física”; “CTS” e “Divulgação Científica”. Após breve exposição de cada um desses conteúdos, ele destacou que a abordagem deste ano sobre o conteúdo de “História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física” seria diferente das realizadas nas disciplinas de Prática de Ensino III dos anos anteriores, dado que este ano teria a intervenção didática, em que o foco seria o debate sobre a natureza da ciência.

Por fim, o professor apresentou os critérios de avaliação da disciplina. Os estudantes seriam avaliados ao final de cada conteúdo a partir da apresentação de um Plano de Unidade de Ensino (Anexo A) que eles deveriam desenvolver, tendo como base os conteúdos estudados. Além da nota associada aos três Planos de Unidade correspondentes a cada um dos conteúdos da disciplina, uma quarta nota seria pontuada de acordo com a frequência de cada estudante. Após isso, ele finalizou sua fala e passou a palavra para o professor-pesquisador.

Inicialmente o professor-pesquisador se apresentou para a turma a partir de sua formação acadêmica. Disse que estava realizando uma pesquisa de doutoramento que teria como ambiente de investigação a disciplina de Prática de Ensino III. Explicou também que a proposta de intervenção era levar para disciplina o debate sobre a natureza da ciência e que o contexto histórico utilizado para isso seria a origem do *Fundamental Fysiks Group*.

Finalizadas estas exposições preliminares, o professor pediu aos estudantes para se apresentarem, basicamente dizendo o nome e o motivo de estarem cursando a disciplina.

Em seguida, por exigência do Comitê de Ética, foram entregues aos estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para que aqueles que concordassem em participar da pesquisa pudessem assinar, e também um questionário[28] de identificação das ideias prévias sobre a natureza da ciência que foi anteriormente elaborado pelo professor-pesquisador e sua orientadora. Após o preenchimento destes documentos por parte dos estudantes, a primeira aula se encerrou.

Para a segunda aula, o professor-pesquisador e sua orientadora haviam preparado um texto de apoio baseado na segunda seção do primeiro capítulo deste trabalho, para que o professor-pesquisador juntamente com o professor e os estudantes da disciplina pudessem debater sobre a história e filosofia da ciência para o ensino de física. Com o título "Qual história e filosofia da ciência interessa ao Ensino de Ciências?" (Apêndice C), o texto iniciava trazendo elementos que demonstravam a importância do uso didático da história e filosofia da ciência, para, então, evidenciar as principais visões deformadas da ciência.

Na época, o professor-pesquisador e sua orientadora acreditavam que o fato das visões deformadas da ciência identificadas pelo grupo de Daniel Gil-Pérez (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005) apresentarem um sistema relativamente integrado de concepções possibilitaria uma certa flexibilidade na apresentação dessas visões. Dessa forma, decidiram que poderiam reorganizar as setes visões identificadas pelo grupo de Daniel Gil-Pérez em quatro grupos. As visões "individualista e elitista", "aproblemática e ahistórica", "acumulativa de crescimento linear" foram reunidas em "individualista e ahistórica"; as visões "empírico-indutivista e ateórica", "rígida, algorítmica, infalível..." foram reunidas em "empírica–indutivista, rígida e ateórica"; e as visões "descontextualizadas" e "exclusivamente analítica" foram mantidas como nos trabalhos originais. Isso foi realizado com intenção de otimizar o tempo de debate introdutório na intervenção didática sobre as visões deformadas da ciência, posto que o objetivo principal da intervenção era realizar a discussão dessas mesmas visões a partir do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group*.

Ainda para esta aula, o professor e o professor-pesquisador elaboraram cinco perguntas que serviriam para direcionar o debate após a leitura da primeira parte do texto, pois para esta aula haviam planejado discutir apenas a "INTRODUÇÃO" e a primeira seção intitulada "VISÃO DESCONTEXTUALIZADA". As questões eram: 1) Quais são os pontos

[28] Tanto o questionário de identificação das ideias prévias quanto o TCLE se encontram como apêndices.

de concordância sobre a Natureza da Ciência extraídos da literatura por Praia e colaboradores, (2007)[29]? 2) Qual é a crítica sobre a adoção de uma imagem "consensual" da Natureza da Ciência? 3) Como se caracteriza a visão descontextualizada da Ciência? 4) Como se caracteriza a visão descontextualizada da Tecnologia? 5) Que dimensões Auler (2002) atribui à atividade científica que caracterizam a não neutralidade da Ciência?

Essas perguntas, bem como uma apostila reunindo todos os textos que seriam trabalhados na disciplina, foram entregues aos estudantes logo no início do segundo encontro. A ideia de entregar as questões antes mesmo de começar o debate era para que eles pudessem realizar a leitura já cientes dos pontos que seriam discutidos em sala de aula.

Após leitura, iniciou-se o debate pela primeira questão. Motivados pelo professor, os estudantes identificaram no texto a parte em que poderia se obter a resposta para a pergunta e iniciaram a discussão sobre o método científico, destacando que este não pode ser compreendido como uma entidade única e universal, bem como ressaltando a importância dos diferentes métodos de pesquisa para a ciência. Em seguida, após a leitura do segundo e terceiro tópicos correspondentes ao trecho que continha a resposta para a primeira pergunta, o professor e o professor-pesquisador explicaram os conceitos de indução e de empirismo. O debate sobre a ideia de "dados puros" consumiu o restante desta segunda aula.

Como o encontro anterior não tinha sido suficiente para responder sequer completamente a primeira pergunta, o professor e o professor-pesquisador decidiram que iriam tentar agilizar o debate, pois ao longo da intervenção iriam constantemente voltar àquelas questões. Assim, a primeira pergunta foi finalizada por ambos de forma expositiva logo no início da terceira aula.

Na sequência, o foco se concentrou na segunda pergunta. O professor pediu aos estudantes para identificarem no texto onde estava a reposta para a questão levantada e, a partir desse trecho, provocou um breve debate sobre os consensos existentes a respeito da natureza do conhecimento científico, destacando os benefícios e riscos de adotar tal postura epistemológica.

Finalizada esta discussão colocou-se em pauta a visão descontextualizada da ciência. Neste ponto, como faltavam poucos minutos para o encerramento da aula, o professor

[29] Praia et al. (2007) destacam que existem alguns pontos de concordância entre as diferentes concepções históricas e filosóficas da ciência. São eles: 1. A rejeição à ideia de um "Método Científico", com maiúsculas, como um conjunto de regras definidas a serem aplicadas independentemente do domínio investigado; 2. A recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como frutos das inferências indutivas por meio de "dados puros"; 3. A evidência do papel da divergência na construção do conhecimento científico; 4. A busca pela coerência e globalidade; 5. O caráter social da construção do conhecimento científico.

fez algumas provocações pontuais apenas para construir uma narrativa a partir de respostas curtas. Com isso, encerrou-se a primeira parte do texto e conseguiram responder as primeiras perguntas destinadas à “INTRODUÇÃO” e à “VISÃO DESCONTEXTUALIZADA”.

Para a quarta aula, o professor e o professor-pesquisador planejaram a leitura e o debate sobre as “visões individualista e ahistórica” e “empírica–indutivista, rígida e ateórica”. Para isso elaboraram as seguintes perguntas direcionadoras: 1) Por que a ciência não teria se desenvolvido satisfatoriamente se fosse uma atividade individual? 2) Em que sentido a ciência é “histórica”? 3) A existência de um “método científico” garante um conhecimento “infalível”? 4) Seria possível construir uma experiência científica por simples observação direta da natureza?

Após a leitura das duas seções do texto referentes às visões que queriam trabalhar naquela aula, o professor e o professor-pesquisador destacaram a primeira pergunta e abriram para o debate. A partir de provocações pontuais por parte do professor, eles tentaram fazer com que os estudantes conseguissem chegar à conclusão sobre a importância da coletividade para a construção do conhecimento científico.

Em seguida, o professor questionou o porquê de a ciência ser histórica e chamou a atenção sobre a ideia equivocada de linearidade e cumulatividade do conhecimento científico. Por fim, o foco foi a “visão empírica – indutivista, rígida e ateórica”, o que levou novamente à discussão sobre o empirismo e o indutivismo. A aula se encerrou após uma troca de ideias sobre a interpretação e construção dos dados na atividade científica.

Nesse momento da intervenção, as aulas foram paralisadas devido à pandemia do Novo Coronavírus e só retornaram de maneira remota no mês de agosto do mesmo ano de 2020. Sendo assim, por causa do grande intervalo de tempo entre a última aula e o retorno das atividades, o professor e o professor-pesquisador decidiram resgatar no início da quinta aula os principais conceitos que haviam discutido até então. Após isso, passaram à leitura da última visão deformada da ciência tratada no texto em estudo, que era a exclusivamente analítica.

Mas, antes de adentrar propriamente na descrição de como foi esta quinta aula, torna-se necessário enfatizar que a seção destinada à visão exclusivamente analítica presente no texto que estava sendo usado como referência (Apêndice C) foi reelaborada (Apêndice D), visto que durante o planejamento da aula destinada à discussão dessa visão, o professor havia encontrado um problema no texto de referência (Apêndice C). Tal problema não será aqui detalhado, uma vez que isso será feito no próximo capítulo de análise dos dados.

Dito isto, antes ainda de retornar à descrição da quinta aula, vale também salientar que o novo formato de aula remota fez com que o professor e o professor-pesquisador repensassem a maneira que iriam conduzir as leituras e debates durante as aulas. Eles decidiram que não iriam mais pedir para os estudantes lerem todo o texto antes de discuti-lo, mas sim que fariam isso por partes, isto é, durante as aulas compartilhariam a tela do computador com o texto a ser lido para que todos visualizassem simultaneamente e com isso, fariam a leitura pausando sempre que fosse necessário realizar alguma discussão. Além disso, por uma questão de organização, o professor e o professor-pesquisador combinaram com os estudantes que toda vez que alguém quisesse participar da discussão seria necessário se inscrever através do *chat* do *Google Meet*[30].

Com esses aspectos definidos retomou-se a intervenção didática. Então, após o início da quinta aula, depois de revisar os principais conceitos que haviam estudado antes da pandemia, o professor-pesquisador compartilhou sua tela com a seção que foi reelaborada sobre a visão exclusivamente analítica para leitura e debate.

O professor iniciou a leitura e após ler os dois primeiros parágrafos dessa seção, ele e o professor-pesquisador passaram a provocar a discussão sobre os processos de análise e de síntese para o conhecimento científico. Em seguida, o professor-pesquisador continuou a leitura, junto ao professor e aos estudantes, discutiram a respeito dos conceitos de abstração e idealização. Houve uma intensa participação, o que levou o professor e o professor-pesquisador a realizarem uma compilação das ideias expressas no texto. Além disso, também foi ressaltado e reexplicado o elemento central dessa seção que é o fato de a pesquisa científica contemplar tanto o processo de análise quanto o processo de síntese. Por fim, o professor-pesquisador terminou a leitura do texto e, após mais um breve debate, o professor finalizou a aula.

Para a sexta aula, com o intuito de sintetizar o debate introdutório sobre as visões deformadas da ciência, o professor e o professor-pesquisador planejaram transmitir quatro trechos selecionados por eles do vídeo “O que é ciência?” (UAB PEDAGOGIA UFJF, 2015). Contudo, antes de iniciar a transmissão, eles explicaram o conteúdo do vídeo e sublinharam que a base para a sua construção era também um artigo do grupo de Daniel Gil-Pérez (GIL PÉREZ *et al.*, 2001). Assim, explicou-se que as cenas apresentadas no vídeo se referiam às sete categorias de Gil-Pérez *et al*. (2001), mas que elas se encontravam também no texto que tinha sido estudado nas aulas anteriores. A diferença era que no texto elaborado pelo

[30] O *Google Meet* foi a plataforma de videoconferência disponibilizada pela Universidade Federal de Goiás (UFG) para que as aulas remotas acontecessem.

professor-pesquisador e sua orientadora, como já dito, as sete visões deformadas da ciência foram reorganizadas em quatro grupos (“visão descontextualizada”; “visão individualista e ahistórica”; “visão empírica-indutivista, rígida e ateórica” e “visão exclusivamente analítica”).

Após a transmissão do primeiro trecho selecionado pelo professor e professor-pesquisador, em que se destacava a visão “individualista e elitista” (GIL-PÉREZ *et al.*; 2001), o professor-pesquisador disse aos estudantes que esta parte se encontrava no texto estudado na seção destinada à “visão individualista e ahistórica”. Feito isso, iniciou-se o debate sobre essa visão deformada da ciência.

Na sequência, após o segundo trecho, em que se apresentavam as visões “empírico-indutivista e ateórica”, “rígida (algorítmica, exata, infalível, ...)” e “exclusivamente analítica” (GIL-PÉREZ *et al.*; 2001), o professor-pesquisador explicou aos estudantes que essa parte se encontrava no texto estudado nas seções destinadas à “visão empírica-indutivista, rígida e ateórica” e “visão exclusivamente analítica”. Como antes, depois dessa explicação, iniciou-se o debate sobre essas visões deformadas da ciência.

Por fim, como o debate sobre o segundo trecho se prolongou bastante, o professor e o professor-pesquisador decidiram transmitir de uma só vez os dois últimos trechos que haviam recortado, pois a aula estava acabando e poderiam utilizar os últimos minutos para discutir as visões restantes. No terceiro trecho visto, o vídeo destaca a “visão acumulativa de crescimento linear” (GIL-PÉREZ *et al.*; 2001) e no quarto trecho as visões “descontextualizada” e “aproblemática e ahistórica”. Mais uma vez, foi dito aos estudantes que essas partes se encontravam consecutivamente no texto estudado nas seções “individualista e ahistórica” e “descontextualizada”, e ao fim de uma breve discussão a sexta aula se encerrou.

Para a sétima aula, o professor e o professor-pesquisador planejaram tratar alguns conceitos e interpretações da teoria quântica. Com este intuito, foi disponibilizado para os estudantes o artigo de Pessoa Jr (2006), e o professor-pesquisador preparou uma exposição com base na primeira seção do segundo capítulo deste trabalho. Assim, os principais debates e estranhezas associadas à construção da teoria quântica foram apresentados nesta aula, desde a sua origem no início do século XX até o trabalho de Einstein, Podolsky e Rosen (EPR). Não houve tempo suficiente para expor tudo que havia sido planejado, pois a ideia era ter avançado a exposição até as desigualdades de Bell, o que levou o professor e o professor-pesquisador a deixarem para a aula seguinte essa segunda parte referente à história da teoria quântica.

Dessa forma, na sétima aula, o professor e o professor-pesquisador deram continuidade ao trabalho iniciado no encontro anterior, destacando os principais conceitos da teoria quântica desenvolvidos desde EPR até as desigualdades de Bell. Feito isso, o professor realizou uma síntese do que foi apresentado nessas duas aulas, destacando o problema da medição e da não localidade. Após isso, a aula foi finalizada com o professor-pesquisador ressaltando o porquê destes dois encontros, ou seja, mais uma vez foi destacado que a ideia era trazer elementos internos da construção da teoria quântica para auxiliar nos debates das aulas posteriores.

Já para o nono encontro, a ideia era realizar a leitura da seção 2.3 do segundo capítulo da tese de Rocha (2015). O objetivo era ler o texto pausando para o debate toda vez que aparecesse algum aspecto que possibilitasse a desconstrução de alguma visão deformada da ciência. Mas, antes disso, o professor e o professor-pesquisador iniciaram a aula relembrando as principais características das visões deformadas da ciência, estudadas anteriormente, para em seguida apresentar a estratégia que utilizariam na sequência da intervenção didática.

Em seguida, o professor-pesquisador destacou os principais pontos da tese que antecedem à seção que iriam ler naquela aula, dando destaque ao conceito de "desencantamento e reencantamento do mundo" contido em Rocha (2015). Além disso, ainda neste momento inicial da aula, o professor-pesquisador também utilizou um parágrafo da introdução de Rocha (2015) para exemplificar a estratégia que iriam utilizar, ou seja, ele buscou demonstrar como a leitura de um trecho[31] da INTRODUÇÃO da tese possibilitava a desconstrução das visões descontextualizada e ahistórica da ciência.

Feito isso, mais uma vez, o professor-pesquisador reforçou a estratégia da aula, para na sequência realizar a leitura do primeiro parágrafo (Leitura 1[32]) da seção 2.3 de Rocha (2015).

> Henry Stapp, Geoffrey Chew e Philippe Eberhard trabalhavam no *Lawrence Berkeley Laboratory*, em Berkeley, na Universidade da Califórnia, desde a década

[31] O trecho selecionado foi: "O capítulo 2 [...] biografia coletiva dos principais personagens responsáveis pelo reencantamento do mundo pela teoria quântica. O capítulo 2 mostra como estes personagens se organizaram ao redor de instituições e fontes de fomento alternativas a fim de perseguirem os seus interesses heterodoxos de pesquisa. [...] A Califórnia das décadas de 1960 a 1980 é o espaço onde estes personagens se encontram. A Guerra Fria, a história da Califórnia (como o estado que concentrou imigrantes orientais desde a época da corrida ao ouro), o movimento *beatnik* e *hippie*, a contracultura, os movimentos ambientalista, feminista e pacifista, o movimento do *free speech*, a concentração de uma classe média abastada, a concentração de universidades e centros de pesquisa física de elite formaram o contexto que permitiu que florescessem estas pesquisas alternativas. É por essa razão que a Califórnia se tornou o berço do reencantamento do mundo pela teoria quântica" (ROCHA, 2015, p. 12-13).

[32] Os trechos lidos serão enumerados para que no próximo capítulo, referente à análise dos dados, o leitor possa identificar as leituras que foram utilizadas como base para os diálogos analisados.

> de 1950. Geoffrey Chew, na época diretor do *Lawrence Berkeley Laboratory*, teve como alunos de doutorado, em meados da década de 1970, Elizabeth Rauscher[33] e George Weissman, que tinham em comum o interesse pela possível relação entre a física e a consciência. Henry Stapp, que afirmaria que "o teorema de Bell é a descoberta mais profunda da ciência", escreveu seu primeiro trabalho a respeito do teorema em 1968. Desde 1970, Henry Stapp já lecionava sobre o tema na região da Califórnia, tendo sido um dos primeiros a divulgar o teorema de Bell nos EUA, o que chamou a atenção de Elizabeth Rauscher e George Weissman. Em 1972, John Clauser, que realizava seu pós-doutorado no *Lawrence Berkeley Laboratory*, obteve o primeiro resultado experimental do teorema de Bell. Elizabeth Rauscher e George Weissman, que haviam se interessado pelo teorema de Bell por influência de Henry Stapp, se aproximaram de John Clauser (ROCHA, 2015, p. 64).

Após a leitura, o professor-pesquisador perguntou: “quais visões deformadas da ciência podemos desconstruir a partir da leitura deste trecho?”.

Um estudante destacou a visão individualista e explicou porque o texto auxilia na desconstrução de tal visão, enquanto outro mencionou o termo “empírica”[34]. Percebendo que seria complicado lembrar os nomes de todas as visões deformadas da ciência estudadas, o professor pediu ao professor-pesquisador que colocasse no *chat* da aula uma espécie de “colinha[35]” contendo dez visões deformadas da ciência destacadas previamente por eles[36]. Sendo assim, o professor-pesquisador escreveu no *chat* as seguintes visões deformadas da ciência: 1) **Descontextualizada**; 2) **Individualista**; 3) **Elitista**; 4) **Aproblemática**; 5) **Ahistórica**; 6) **Acumulativa e de crescimento linear**; 7) **Empírica-indutivista**; 8) **Ateórica**; 9) **Rígida, algorítmica e infalível**; 10) **Exclusivamente analítica**.

Dessa forma, mais uma vez o professor-pesquisador refez a pergunta sobre quais visões deformadas da ciência o trecho lido possibilitava desconstruir, o que levou a um intenso debate. Ainda que de forma um pouco confusa, alguns estudantes enxergaram a possibilidade da Leitura 1 conter a desconstrução de várias visões deformadas da ciência. Eles destacaram a possibilidade de desconstrução das visões individualista; ateórica; descontextualizada; ahistórica; aproblemática. Com isso, realizou-se uma discussão sobre cada uma dessas visões até o encerramento da aula.

---

[33] Durante a defesa da tese aqui apresentada, o Professor Doutor Gustavo Rodrigues Rocha, autor de Rocha (2015), disse que Elizabeth Rausher não havia sido orientada por Geofrey Chew, como escrito acima; mas sim por Glenn Seaborg, como dito na primeira seção do segundo capítulo do presente trabalho.

[34] Este e outros momentos em que houve possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência com o apoio da leitura de Rocha (2015) não serão aqui detalhados, visto que serão destacados no próximo capítulo de análise dos dados.

[35] A “colinha” foi a denominação informal – muito utilizada no Brasil - de um “apoio” para a lembrança de algum fato, texto, etc. - dada pelo professor e professor-pesquisador à lista das visões deformadas da ciência que estavam sendo estudadas durante a intervenção didática e colocadas no Chat.

[36] O fato de aqui aparecer dez visões deformadas da ciência e não quatro como no texto do Apêndice C ou as sete visões deformadas identificadas pelo grupo de Daniel Gil-Pérez (CARRASCOSA et al., 1993; GIL PÉREZ et al., 2001; FERNANDEZ et al., 2002; FERNANDEZ et al., 2003; FERNANDEZ et al., 2005; CACHAPUZ et al., 2005) também será alvo de análise no próximo capítulo.

O professor e o professor-pesquisador iniciaram a décima aula relembrando a estratégia que utilizaram no encontro anterior, ou seja, leriam o texto pausando para o debate toda vez que aparecesse algum elemento que servisse como possibilidade de desconstrução de alguma visão deformada da ciência. Feito isso, o professor-pesquisador realizou a leitura dos segundo e terceiros parágrafos (Leitura 2) da seção 2.3 de Rocha (2015).

> Nesta época, Arthur Young, abastado engenheiro aposentado, formado pela Universidade de Stanford, havia fundado, em Berkeley, o *Institute for the Study of Consciousness*. Arthur Young inventou o primeiro modelo de helicóptero comercial. Desde a fundação do Instituto, em 1973, Arthur Young recrutou Saul-Paul Sirag, que estudava física na época, para participar das reuniões. Saul-Paul Sirag, embora não tenha concluído seu curso em física, chegou a publicar dois artigos na revista *Nature* (enquanto muito físico profissional não publica nenhum em toda a sua carreira). Neste período, Arthur Young também conheceu Nick Herbert, que tendo concluído seu doutorado em física, também na Universidade de Stanford, trabalhava na Califórnia na época, inicialmente em Santa Clara, posteriormente em Palo Alto. Saul-Paul Sirag e Nick Herbert se conheceram no *Institute for the Study of Consciousness*, onde conheceram também Elizabeth Rauscher e Henry Stapp, que se interessavam pelo tema, e passaram a participar das reuniões. Elizabeth Rauscher participaria até a década de 1980 do *Institute for the Study of Consciousness*. O seu fundador, Arthur Young, faleceu em 1995.
> Saul-Paul Sirag e Nick Herbert, participantes do grupo de Arthur Young em Berkeley, fundaram, independentemente, em São Francisco, em 1973, o *Consciousness Theory Group*. O químico Henry Dakin, formado pela Harvard, oriundo de família próspera, e interessado em parapsicologia, patrocinou as atividades do grupo. A secretária de Henry Dakin, na época, namorava Saul-Paul Sirag (ROCHA, 2015, p. 64-65).

Realizada a leitura, o professor-pesquisador abriu para o debate perguntando quais visões deformadas da ciência o trecho lido possibilitava a desconstrução. Nesse momento receberam destaque a desconstrução das visões individualista; elitista e descontextualizada.

Após o debate sobre essas visões, o professor-pesquisador continuou a leitura (Leitura 3) da seção 2.3 de Rocha (2015).

> David Bohm e Evan Harris Walker estão entre os físicos que visitaram o *Consciousness Theory Group* na década de 1970. O trabalho de David Bohm, a propósito, havia inspirado John Bell, que ao pesquisar os fundamentos da teoria quântica, chegou ao seu resultado conhecido como teorema de Bell. Evan Harris Walker, que doutorou-se em 1964, pela *Maryland University*, havia publicado, em 1970, um trabalho entitulado "The Nature of Consciousness", seguido de dois artigos no *Journal for the Study of Consciousness*, atraindo a atenção de Saul-Paul Sirag e Nick Herbert (ROCHA, 2015, p. 65).

Na sequência, o professor-pesquisador perguntou: “acho que dá para gente retomar aqui uma outra visão deformada que nós tratamos aula passada … qual é?”. Um estudante então mencionou a visão empírico-indutivista, o que motivou um debate sobre o papel da experiência para a construção do conhecimento científico.

Finalizada essa discussão, o professor-pesquisador continuou a leitura (Leitura 4) da seção 2.3 de Rocha (2015).

> Elizabeth Raucher apresentou Saul-Paul Sirag e Nick Herbert a John Clauser, que na ocasião já havia obtido o seu resultado experimental sobre o teorema de Bell. Na época, Nick Herbert já se interessava pelo teorema, para o qual seu colega da Stanford, Heinz Pagels, chamou Elizabeth Raucher apresentou Saul-Paul Sirag e Nick Herbert a John Clauser, que na ocasião já havia obtido o seu resultado experimental sobre o teorema de Bell. Na época, Nick Herbert já se interessava pelo teorema, para o qual seu colega da Stanford, Heinz Pagels, chamou sua atenção pela primeira vez. Heinz Pagels e Nick Herbert tornaram-se muito amigos, dividindo o mesmo dormitório já na época da Stanford. Heinz Pagels doutorou-se em 1965, dois anos antes de Nick Herbert. Lecionou durante 16 anos na Universidade de Rockfeller e tornou-se diretor executivo da *New York Academy of Science*. O seu livro *Cosmic Code* teve várias edições e traduções e ganhou o *AIP Science Writing Award* em 1982. A sua posição na *New York Academy of Science* e o seu sucesso como escritor de divulgação científica permitiram que Heinz Pagels apresentasse Nick Herbert a um agente literário de grande destaque em Nova York. Como resultado, Nick Herbert publicou, em 1985, seu primeiro livro, *Quantum Reality*. Os dois livros discutem as interpretações da mecânica quântica. Os dois autores se agradecem mutuamente em suas obras. Heinz Pagels morreu tragicamente em um acidente enquanto escalava uma montanha no Colorado em 1988.
> Os físicos Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf se conheceram em São Diego, onde além de lecionarem no *San Diego State College*, também dividiram um apartamento em 1970. Fred Alan Wolf doutorou-se em física pela UCLA, em Los Angeles, em 1963. Jack Sarfatti doutorou-se em física pela Universidade da Califórnia, em Riverside, em 1969. Entre 1971 e 1972, Jack Sarfatti pesquisou no *Birkbeck College*, em Londres, onde trabalhou com David Bohm, e, entre 1973 e 1974, pesquisou no *International Centre for Theoretical Physics*, em Trieste, onde trabalhou com Abdus Salam. Entre 1973 e 1974, Fred Alan Wolf morou entre Paris, onde lecionava na Universidade de Paris, e Londres, onde pesquisava no *Birkbeck College*, trabalhando no programa das variáveis ocultas, liderado pelo físico David Bohm. Durante este período, Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf mantiveram a amizade, encontrando-se frequentemente em Londres ou em Paris. Todavia, antes de se mudarem para a Europa, em 1973, Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf tentaram estudar com John Wheeler, atraídos pela ideia de "universo participativo" do físico de Princeton. John Wheeler declinou o pedido. Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf assumiram então suas posições na Europa. Saul-Paul Sirag havia lido um artigo de Jack Sarfatti, escrito enquanto Sarfatti estava na Europa, e mostrado para Elizabeth Raucher na Califórnia. Raucher, em Berkeley, e Sarfatti, em Trieste, passaram então a se corresponderem (ROCHA, 2015, p. 65-66).

Neste momento, quando o professor-pesquisador já ia dar continuidade à leitura, ele foi interrompido por um estudante que destacou a possibilidade de desconstruir a visão aproblemática com o auxílio desse trecho. Após concordância do professor-pesquisador, ele deu continuidade à leitura (Leitura 5).

> Fritjof Capra, que se doutorou em 1966 pela Universidade de Viena, obteve bolsas de pós-doutoramento em Paris, entre 1966 e 1968, e na Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, entre 1968 e 1970. Ao retornar à Europa, em 1970, mudou-se para Londres, onde trabalhou no *Imperial College*, entre 1970 e 1974. Fritjof Capra escreveu um pequeno ensaio, enquanto morava na Europa, relacionando o modelo de *bootstrap* a filosofias orientais, e o enviou para Geoffrey Chew em Berkeley. Embora o ensaio não tenha chamado a sua atenção em particular, Chew o entregou aos seus orientandos, Elizabeth Raucher e George Weissman. Os doutorandos se animaram a ponto de convencerem Chew a convidar Capra para uma visita ao *Lawrence Berkeley Laboratory* - o que se concretizou em 1973 quando Capra visitou o laboratório por algumas semanas pela primeira vez. Nas palavras do próprio Capra:

> *Durante minha visita à Califórnia em 1973, Chew convidou-me para dar uma palestra sobre os paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental na UC de Berkeley, onde me recebeu com muita amabilidade, passando a maior parte do dia comigo. Como eu não fizera nenhuma contribuição significativa para a física teórica das partículas nos últimos anos, e conhecendo bem como funciona o sistema universitário, eu sabia que era absolutamente impossível obter uma posição de pesquisador no Lawrence Berkeley Laboratory, um dos institutos de física mais prestigiados do mundo e onde Chew chefiava o grupo teórico. Não obstante, perguntei-lhe ao final do dia se via alguma possibilidade de eu ir para Berkeley e trabalhar com ele. Respondeu, como eu esperava, que não teria como obter uma bolsa de pesquisa para mim, mas logo em seguida Bohm. Frtiraacrescentou que teria o maior prazer em ter-me em Berkeley e que poderia estender sua hospitalidade e conceder-me pleno acesso às instalações do laboratório sempre que eu desejasse. Fiquei, é claro, muito entusiasmado e encorajado com sua oferta - que aceitei com alegria dois anos depois.*
>
> Durante esta sua visita à Califórnia em 1973, Fritjof Capra também conheceu Jack Sarfatti em São Diego. David Bohm, então no *Birkbeck College*, havia comentado sobre Sarfatti a Capra, então no *Imperial College*. Nas palavras do próprio Sarfatti:
>
> *Era o início de 1973. Eu e Fred Alan Wolf éramos professores na universidade em São Diego. Eu recebi a mensagem de que alguém de nome Fritjof Capra estava no campus e queria me encontrar. Eu havia recentemente retornado do Birkbeck College da Universidade de Londres onde eu tinha uma bolsa de pesquisa no Departamento de Física sob a orientação do professor David Bohm. Frtjof me disse que ele havia escutado em Londres que eu tinha "ideias interessantes". Ele era muito agradável e me convidou a ficar na casa dele se por acaso um dia eu voltasse a Londres.*
>
> Com efeito, ao retornar para a Europa, a convite de Abdus Salam, Sarfatti teve a oportunidade de se encontrar com Capra, ao final de 1973, enquanto visitava David Bohm em Londres. Os dois tornaram-se amigos, chegando a passar férias juntos, depois de se encontrarem com David Bohm, na casa dos pais de Capra, em Innsbruck na Áustria. Posteriormente, cruzaram-se, novamente, no *International Centre for Theoretical Physics*, em Trieste, na Itália.
>
> Finalmente, Capra acabou mudando-se, em 1975, para Berkeley na Califórnia (tornando-se vizinho do Instituto de Arthur Young). Entre 1975 e 1988, o físico austríaco se integrou ao grupo de pesquisa de Geoffrey Chew, no *Lawrence Berkeley Laboratory*, e lecionou nas Universidades da Califórnia - em Berkeley e em Santa Cruz - e em São Francisco, na *San Francisco State University*. Fred Alan Wolf e Jack Sarfatti já haviam também retornado da Europa em 1975. Nesta ocasião, Elizabeth Rauscher e George Weissman fundaram o *Fundamental Fysiks Group*, a fim de discutirem as implicações filosóficas da teoria quântica, do qual participaram, entre 1975 e 1979, os pesquisadores seniores do laboratório, Henry Stapp e Philippe Eberhard, e, eventualmente, Geoffrey Chew, os recém-regressos da Europa, Jack Sarfatti e Fred Allan Wolf, o novo pesquisador do laboratório, Fritjof Capra, o pós-doutorando, e pesquisador do laboratório, John Clauser, e os amigos de Rauscher do *Institute for the Study of Consciousness*, Nick Herbert e Saul-Paul Sirag. O grupo começou a se reunir em maio de 1975, às sexta-feiras ao final da tarde, na sala onde havia trabalhado Ernest Lawrence, o próprio fundador do laboratório de Berkeley. O *Fundamental Fysiks Group* funcionou até os seus fundadores, Elizabeth Rauscher e George Weissman, defenderem suas teses de doutorado na Universidade da Califórnia. John Clauser, em entrevista à historiadora Joan Bromberg, mais de 25 anos depois de sua fundação, diria a respeito do *Fundamental Fysiks Group*: "Aqueles caras eram um bando de malucos" (ROCHA, 2015, p. 67-68).

Após a leitura, o professor-pesquisador perguntou se alguém gostaria de fazer algum comentário, o que levou o professor a argumentar sobre a possibilidade de se descontruir as visões individualista e descontextualizada da ciência a partir do trecho lido.

Em seguida, houve um breve debate sobre o que significava a expressão "implicações filosóficas da teoria quântica", bem como uma discussão sobre a definição da visão acumulativa e de crescimento linear.

Por fim, o professor-pesquisador finalizou a leitura (Leitura 6) da seção 2.3 de Rocha (2015).

> Arthur Young e Henry Dakin foram os primeiros patronos das pesquisas deste grupo, respectivamente, do *Institute for the Study of Consciousness*, e do Consciousness Theory Group. Os prósperos Werner Erhard, fundador do *Erhard Seminars Training* (conhecido pelo acrônimo *est*), e Michael Murphy, fundador do Instituto Esalen, no *Big Sur*, Califórnia, seriam os próximos patronos. Também contribuiriam Charles Brandon, o fundador da *Federal Express Corporation*, e George Koopman, o excêntrico empreendedor na área de tecnologia espacial, fundador da *American Rocket Company*, e funcionário da Agência de Inteligência de Defesa dos EUA (ROCHA, 2015, p. 68).

Feito isso, o professor-pesquisador mais uma vez perguntou qual visão deformada da ciência o trecho lido possibilitava descontruir, o que levou um estudante a destacar a possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada da ciência. O professor-pesquisador concordou e o professor, aproveitando que restavam mais alguns minutos para o encerramento deste encontro, trouxe para o debate a questão da especulação científica, o que motivou uma breve discussão sobre a relação da ciência com outras formas de conhecimento. Esse debate não será aqui detalhado, pois trata-se de uma categoria que será apresentada posteriormente no capítulo de análise dos dados.

Na 11ª aula, o professor e o professor-pesquisador iniciaram o encontro relembrando o que tinham lido e debatido na aula anterior. Em seguida, o professor-pesquisador apresentou as principais ideias contidas na seção 2.4 da tese de Rocha (2015), na medida em que esta não era uma seção que havia sido previamente selecionada para leitura e debate. Sendo assim, para não existir uma lacuna entre as leituras, optou-se apenas por realçar e expor os pontos principais contidos nessa seção.

Na sequência, o professor-pesquisador iniciou a leitura (Leitura 7) da seção 2.5 de Rocha (2015).

> Finalmente, afora estes dois fatores de afinidade, a saber, o panenteísmo evolucionário e o interesse pelos fundamentos da teoria quântica, entre o Instituto Esalen e o *Physics/ Consciousness Research Group*, resultando no longevo *Esalen Seminar on Quantum Physics and the Nature of Reality* (além de iniciativas independentes entre o Instituto Esalen e físicos residentes na Califórnia), um terceiro fator, já não de afinidade, não pode ser desprezado. Os dois primeiros fatores são mais subjetivos, relacionando-se aos interesses dos pesquisadores. O terceiro fator é mais objetivo, relacionando-se ao contexto da alocação de recursos para a pesquisa. O historiador da física Andrew Pickering chamou de "oportunismo em contexto" o seu modelo de explicação histórica do desenvolvimento da física de altas energias. A fim de se entender estas aproximações, não exclusiva ao Instituto Esalen, entre pesquisas alternativas em física e fontes alternativas de fomento, será utilizado o

> modelo de Andrew Pickering. No Capítulo 3 este modelo será mais bem explicado e explorado.
> O terceiro fator, portanto, não é de afinidade, mas de "oportunismo em contexto". A escolha do objeto de pesquisa, neste caso, não é dada só pelos "fenômenos", mas pelo contexto dos recursos disponíveis ao pesquisador. O que tornou desejável o auspício do Instituto Esalen, assim como dos demais patrocinadores mencionados, foi a difícil situação de empregabilidade, a partir da década de 1970, em que se encontraram os físicos nos EUA. Depois de um aumento exponencial por cerca de dez anos, a partir de 1958, houve uma queda abrupta em investimentos em formação científica nos EUA, ao final da década de 1960, tornando especialmente difícil a contratação de novos físicos (ROCHA, 2015, p. 81-82).

Realizada a leitura, o professor-pesquisador abriu para o debate perguntando quais visões deformadas da ciência o trecho lido possibilitava a desconstrução. O diálogo iniciou-se com um estudante destacando a possiblidade de desconstrução de uma visão elitista, mas de uma forma equivocada, o que levou o professor a resgatar a definição dessa visão. Na sequência, outro estudante mencionou a possibilidade de desconstrução das visões individualista e ahistórica.

Neste momento, o professor-pesquisador ressaltou que a possibilidade de desconstrução era mais explícita no trecho lido com relação à visão descontextualizada, o que levou a uma dúvida sobre a definição das visões descontextualizada e ahistórica. O professor-pesquisador então disse que, com a continuidade da leitura, ele iria tentar esclarecer a diferenciação entre essas visões com o apoio do texto.

A seguir o professor-pesquisador continuou a leitura (Leitura 8) da seção 2.5 de Rocha (2015).

> Em 4 de outubro de 1957, foi lançado com sucesso, o satélite russo Sputnik 1. A repercussão nos EUA foi imediata. A despeito da baixa no mercado de ações, *Wall Street* se antecipou ao que aconteceria. As ações em mísseis subiram expressivamente (RUTTER, 1958). O presidente Eisenhower, com efeito, pediu ao Congresso, nos meses seguintes, aumento no orçamento. Em entrevista ao *Chicago Tribune*, em novembro de 1957, o famoso engenheiro Werner von Braun, que projetaria o foguete Saturno V, que levaria os americanos à Lua, afirmou: "alguns recursos adicionais para a pesquisa básica e aplicada e desenvolvimento para o crescimento potencial futuro ajudaria tremendamente a longo prazo". Em uma pesquisa de opinião nos EUA, em dezembro de 1957, o lançamento do Sputnik 1 venceu como a estória do ano (GALLUP, 1957). Em fevereiro de 1958, a fim de impulsionar a pesquisa aplicada, e em reação à vitória tecnológica da URSS na "corrida espacial", o presidente Eisenhower anunciou a criação da DARPA – Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (conhecida, inicialmente, como ARPA).
> A chamada "crise do Sputnik", como tornou-se conhecida, resultou no aumento vertiginoso, como solicitava Werner von Braun, de investimentos; não apenas em pesquisa aplicada, mas também em educação científica. Em outubro de 1957, o *Washington Post* afirmava: "Na pesquisa científica como um todo, as nações ocidentais ainda se emparelham com a Rússia, mas na área de educação científica a Rússia está definitivamente na frente". Em 7 de novembro de 1957, o presidente Eisenhower, em um longo pronunciamento, transmitido em rádio e televisão, declarou: "De acordo com os meus amigos da ciência, uma das nossas maiores e mais patentes deficiências é o nosso fracasso neste país em colocar como prioridade

> suficientemente alta a educação científica e o papel da ciência em nossa vida nacional".
> Por conseguinte, a fim de alcançar os russos, o governo aprovou, em 2 de setembro de 1958, o *National Defense Education Act*, "a primeira lei geral na história dos EUA em socorro à educação". O *Los Angeles Times*, no aniversário de 1 ano de lançamento do Sputnik 1, publicou uma reportagem avaliando sua repercussão: "O Sputnik 1 apontou as nossas deficiências educacionais em matemática e ciências naturais. O *National Defense Education Act* aprovado pelo Congresso este ano enfatiza o estudo nestes campos". O investimento em formação científica, considerado "um investimento inédito na história", passou a subir, a cada ano, como um foguete. Entre 1954 e 1958, o número de títulos de PhD conferidos em física, anualmente nos EUA, caiu de 525 para 450. A partir de 1959, uma nova geração de estudantes, ao responder ao chamado pela ciência, elevou o número de novos doutores em física de 450, em 1958, para 1625, em 1971. O *National Defense Education Act* fundou a *National Science Foundation*, instituição que fomenta a pesquisa, através de bolsas para pesquisadores, nas áreas das chamadas "ciências duras" (ROCHA, 2015, p. 82-83).

Depois de ler esses três parágrafos, o professor-pesquisador abriu para o debate a partir da pergunta direcionadora que vinha repetidamente fazendo após cada leitura. A discussão se concentrou na diferença entre as visões descontextualizada e ahistórica, só que agora de uma maneira um pouco mais profunda. Antes desse debate, a visão ahistórica estava sendo tratada durante a intervenção didática como uma falta de atenção aos aspectos históricos de determinada época, enquanto a descontextualizada com relação aos aspectos sociais, mais especificamente ao esquecimento sobre quem financia as pesquisas científicas.

Entretanto, como isso estava gerando certa confusão durante as aulas, dado que as características pareciam corresponder a uma mesma definição, o professor decidiu ler novamente um artigo de referência do grupo de Daniel Gil-Pérez (GIL-PÉREZ *et al*., 2001). Nisso, ele percebeu que a visão ahistórica estava relacionada a um outro aspecto, diferente daquele que estava sendo adotado. Sendo assim, ele pediu para que o professor-pesquisador compartilhasse a tela do computador com o artigo para que todos pudessem realizar a leitura simultaneamente e assim chegarem a uma conclusão.

Com essa leitura pode-se compreender que o que os autores (GIL PÉREZ *et al*., 2001) queriam expressar como uma visão ahistórica era a falta no ensino de ciências de como se constroem e se desenvolvem os elementos internos do conhecimento científico (conceitos, leis, teorias, etc.). Seria uma preocupação com uma abordagem histórica internalista da ciência, enquanto a falta de uma abordagem externalista estaria relacionada a uma visão descontextualizada.

O debate que levou a essa conclusão consumiu o restante da aula e os detalhes sobre como essa discussão ocorreu não será aqui destacado, pois isso também será retomado no próximo capítulo de análise dos dados.

Dando continuidade ao trabalho, na 12ª aula, com intuito de relembrar o que foi discutido no encontro anterior, o professor-pesquisador realizou a leitura do último trecho debatido (Leitura 8) para, em seguida, fazer a leitura (Leitura 9) dos dois parágrafos posteriores.

> Todavia, ao extinguir-se sua propulsão inicial, este foguete, também teve uma queda abrupta. As prioridades dos líderes do Congresso, durante a Guerra do Vietnã, desviaram-se da formação científica. A física foi a área mais atingida. O serviço de alocação profissional do *American Institute of Physics*, por exemplo, registrava, até meados da década de 1960, uma demanda no mercado, pelos empregadores, maior do que a oferta de recém-doutores, pelas universidades. Já em 1968, abruptamente, a maré mudou. O serviço registrou 1053 candidatos para somente 253 vagas no mercado. Em 1971, o serviço registrou o pico do desemprego, 1052 candidatos para 53 vagas. Em suma, a maioria dos recém-doutores em física estava desempregada. O gráfico da Figura 2.1 abaixo, ilustra a situação. Como resultado da retração dos recursos, dentro de uma década, despencou pela metade o número de doutores formados em física. Pode-se apreciar pelo gráfico, a seguir, o resultado da "crise do Sputnik", seguida da retração dos recursos.
> Portanto, não por acaso, físicos como Fred Alan Wolf, Fritjof Capra, Nick Herbert, Jack Sarfatti, George Weissman e Elizabeth Raucher, formados em instituições acadêmicas de elite, não seguiram carreiras acadêmicas convencionais e apreciavam patronos como Arthur Young, Henry Dakin, Werner Erhard, Michael Murphy, George Koopman e Charles Brandon. O estado da Califórnia, um dos mais ricos, do país mais rico do mundo, permitiu a estes físicos, em época de crise de desemprego, uma fonte de fomento alternativa, ao perseguirem seus interesses de pesquisa. No desenvolvimento do capitalismo, quando a oferta supera a demanda, a criação de novos mercados é uma solução. Assim, um novo mercado desenvolvia-se, a saber, o mercado de "produtos quânticos" e de "terapêuticas quânticas" (ROCHA, 2015, p. 83-84).

Após a leitura, houve um debate sobre o que estava acontecendo no mundo àquela época, com destaque para a Guerra Fria e o movimento de contracultura, o que levou o professor-pesquisador a perguntar qual visão deformada da ciência o trecho lido possibilitava desconstruir. Um estudante apontou a possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada, enquanto outro mencionou a ahistórica. Dessa forma, mais uma vez foi necessário diferenciar essas duas visões como acordado na aula anterior, ou seja, a visão descontextualizada refere-se a uma concepção que deixa de lado os aspectos externos à construção do conhecimento científico e a visão ahistórica está relacionada a falta de atenção aos aspectos internos desse conhecimento.

Houve também um debate sobre a possibilidade de desconstrução da visão aproblemática a partir do trecho lido e, em seguida, um estudante questionou a legitimidade de se relacionar consciência com a teoria quântica. Este debate também não será aqui detalhado, posto que se trata de um conteúdo que também se enquadra em uma categoria de análise que será apresentada no próximo capítulo.

Depois disso, o professor-pesquisador deu prosseguimento à leitura (Leitura 10).

> Os primeiros livros de divulgação científica, como *The Tao of Physics*, seriam os primeiros "produtos quânticos" (embora o livro de Capra seja sobre física de partículas, envolvendo a teoria quântica apenas indiretamente). Como notou George Johnson, já em 1988, crítico do *New York Times Book Review*, Fritjof Capra criou um gênero literário: "Depois de publicado em 1975, *'The Tao of Physics*' de Fritjof Capra inspirou tantos imitadores que pode-se dizer que ele começou um gênero". Ademais, o Instituto Esalen, já no primeiro trimestre de 1977, comercializava fitas de áudio, como "*Quantum Paradoxes and Eastern Mysticism*", de Fritjof Capra, e "*A New Quantum Logic*", de David Finkelstein.59 Como já mencionado, ao final de sua visita, em 1973, ao *Lawrence Berkeley Laboratory*, Fritjof Capra perguntou a Geoffrey Chew, já interessado em mudar-se para a Califórnia, se poderia integrar-se ao seu grupo de pesquisa, o que ocorreria sem bolsa de pesquisa. Ao chegar à Califórnia, em 1975, Fritjof Capra, portanto, não tinha nem emprego, nem bolsa de pesquisa. Os patronos, como Michael Murphy e Werner Erhard, o ajudaram. O físico austríaco, por exemplo, em 1975, recebeu 1500 dólares de Werner Erhard (o equivalente a 6500 dólares, em valor atualizado a 2014) a fim de conseguir o seu *Green Card*, como relatou Jack Sarfatti:
> "Em 1975, quanto eu estava encarregado do programa de Física do instituto Esalen, Fritjof me disse que ele estava quebrado. Ele me disse que precisava de 1500 dólares para obter o seu *Green Card*. Eu telefonei para Werner Erhard e ele deu a Fritjof os 1500 dólares".
> Ademais, em vários workshops do Instituto Esalen, Capra aparece como parte do "*faculty*". Paralelamente, com o sucesso de *The Tao of Physics*, Capra passou a ser convidado para palestras. Em 30 de outubro de 1977, por exemplo, participou do *Symposium on Physics and Metaphysics*, em Los Angeles, Califórnia, organizado pelo *International Sivananda Yoga Centers*. No *Los Angeles Times*, de 27 de outubro de 1977, assim foi anunciado o evento: "*Symposium on Physics and Metaphysics: Yoga Verifies Scientific Facts*".
> Todavia, somente a partir de 1979, Fred Alan Wolf desenvolveria, paralelamente a Fritjof Capra, um novo e iconoclástico produto, a saber, o circuito de palestras motivacionais baseadas na teoria quântica. Fred Alan Wolf, ao abandonar sua posição no *San Diego State College*, a fim de mudar-se para a Europa, vivendo entre Londres e Paris, depois de seu retorno aos EUA, não mais conseguiu se empregar no sistema universitário americano. Ele se transformou então em um palestrante motivacional. Ao incorporar o que havia aprendido com Werner Erhard à sua experiência como professor universitário, Fred Alan Wolf misturou os slogans do *Erhard Seminars Training* com aqueles da teoria quântica. Nascia a "terapêutica quântica" (ROCHA, 2015, p. 84-86).

Um estudante destacou o fato de que havia um "interesse social generalizado" pela teoria quântica e, em seguida, o debate voltou a se concentrar na relação entre a física e outras formas de conhecimento. Essa discussão durou até o fim da aula.

Já no 13ª encontro, o professor-pesquisador retomou as principais ideias discutidas na aula anterior, para então finalizar a leitura (Leitura 11) e debate da seção 2.5 de Rocha (2015).

> O físico intitulou-se, como nome de palco, "*Captain Quantum*". Já em julho de 1979, Wolf apresentou-se, junto a Timothy Leary, no auditório *Scottish Rite*, em Los Angeles na Califórnia. E em setembro de 1980, uma revista local, chamada *Future Life*, dedicada às ciências ocultas e à ficção-científica, publicou uma reportagem sobre Fred Alan Wolf, inclusive com um cartum do "*Captain Quantum*", intitulada "*Captain Quantum: Physics Superhero*". O *Los Angeles Times*, assim anunciava sua palestra, em 1982, no teatro *Reuben H. Fleet Space*, em São Diego na Califórnia: "'*Taking the Quantum Leap', a free physics lecture for the non-scientist by Dr. Fred Alan Wolf*". E em 1983: "*Space Theater Will Take 'Quantum Leap' for Einstein*". E em 1985: "*Lecture Scheduled on Quantum Physics: Fred Alan Wolf, physicist and*

> *author, will explain quantum physics in two non-technical lectures*". O circuito de "terapêuticas quânticas" estava sendo criado.
> Fred Alan Wolf, que se doutorou em física em 1963, explicou à revista *Future Life*, na edição de setembro de 1980, a diferença entre os dois períodos, de ascensão e queda da empregabilidade em física:
> "Na época em que eu terminei o doutorado não havia problemas para se conseguir um trabalho. As pessoas que terminam o doutorado hoje não têm ideia como era nesta época. Na entrevista de emprego perguntavam coisas como: 'Você gostaria de trabalhar para nós? Quanto você gostaria de ganhar?'. Eles faziam uma oferta e eu brincava com eles: 'Eu gostaria de mais 100 dólares por semana'. Eles me dispensariam só para depois ligarem novamente. E nós faríamos isto mais uma vez."
> E o autor do artigo completou: "Até aquele momento a carreira de Fred Alan Wolf era muito parecida com a de qualquer outro jovem físico brilhante na época do pós-Sputnik. Porém, depois houve pedras no caminho". E assim Fred Alan Wolf se tornou "*Captain Quantum*" (ROCHA, 2015, p. 86-87).

Os estudantes destacaram a possibilidade de se desconstruir com o auxílio desse trecho a visão descontextualizada e a visão individualista. Realizada uma breve discussão sobre essas visões e finalizada a leitura da seção 2.5 de Rocha (2015), o professor-pesquisador leu alguns trechos pré-selecionados por ele da seção 2.6 (Leitura 12), já que, assim como a 2.4, essa seção não seria alvo de uma leitura detalhada.

> O encontro entre o Physics/Consciousness Research Group e o Instituto Esalen, resultando nos Esalen Seminars on Quantum Physics and the Nature of Reality, levou os debates sobre os fundamentos da teoria quântica, em andamento em Berkeley e São Francisco, para o coração do Instituto Esalen no Big Sur. ...
> Ao se implantar no coração do Esalen os debates, em andamento em Berkeley e São Francisco, sobre os fundamentos da teoria quântica, o Instituto cumpriu duas funções importantes para o reencantamento do mundo pela teoria quântica, a saber, i) se tornar um laboratório para popularizadores, e ii) se tornar um espaço de cruzamento entre teoria quântica e terapias alternativas. ... Em primeiro lugar, o Instituto Esalen acabou se tornando, assim, um laboratório para popularizadores, onde através de workshops e seminários, de maneira análoga à dinâmica acadêmica, amadureceu-se artigos científicos e livros de divulgação científica (como os livros e artigos de Fritjof Capra, Henry Stapp, Nick Herbert e Gary Zukav). ...
> O Catálogo do Esalen, terceiro semestre de 1976, assim o anunciava:
> *Neste workshop serão explorados os paralelos entre os conceitos fundamentais da física moderna e as ideias básicas nas tradições místicas do oriente distante. Os participantes serão levados por uma viagem ao reino do infinitamente pequeno; o mundo dos átomos, núcleos e partículas subatômicas.*
> *O ponto de vista sobre a matéria que surge a partir desta viagem é de um universo, não feito de uma multidão de pequenos objetos, mas de uma "totalidade orgânica" cujas partes são definidas pelas suas interrelações. O universo da física moderna, como aquele dos místicos do oriente, está envolto em uma dança cósmica; um sistema inseparável, cujos componentes estão continuamente se movendo e interagindo. O observador é uma parte integral dos componentes deste sistema que reflete uma realidade subjacente ao mundo da percepção sensória ordinária que envolve os espaços de dimensões superiores que transcendem a linguagem ordinária e o pensamento lógico.*
> Os livros subsequentes de Capra, em parte, amadureceram no Instituto Esalen. ...
> Em segundo lugar, além disso, o Instituto Esalen funcionou como espaço de cruzamento entre teoria quântica e terapias alternativas, sendo a terapêutica quântica o resultado deste cruzamento. ... os físicos que frequentavam o Instituto Esalen já se encontravam imbuídos, desde o início, de toda sorte de terapias alternativas enquanto discutiam as implicações do teorema de Bell. Este constituía "o ar que se respirava" no Instituto Esalen.

> O Instituto Esalen foi o palco do desenvolvimento de várias correntes de psicoterapia na segunda metade do século XX. ...
> A "terapêutica quântica" é o resultado do cruzamento entre o desenvolvimento de terapias alternativas, por um lado, e o debate sobre os fundamentos da teoria quântica, por outro, que aconteciam, lado a lado, e em diálogo contínuo, dentro e fora do Instituto Esalen.
> Os modelos e categorias, as metáforas e metonímias, da psicologia, da física e da espiritualidade "Nova Era" se impermearam no Instituto Esalen, formando, sub-repticiamente, um único campo semântico. ...
> O excerto abaixo, retirado da obra "A Mente Holotrópica", de Stanislav Grof, ilustra este clima multidisciplinar que tornou possível o diálogo entre físicos e psicoterapeutas, parapsicólogos e mestres espirituais, resultando na "terapêutica quânticas":
> *Durante os seminários com um mês de duração que minha mulher, Christina, e eu conduzimos no Instituto Esalen, em Big Sur, Califórnia, tivemos um extremamente valioso intercâmbio com professores, antropólogos, parapsicólogos, tanatologistas, médiuns, mestres espirituais xamanistas, e psíquicos muitos dos quais são hoje nossos grandes amigos. Todos ajudaram-me imensamente a entender minhas próprias descobertas, graças a um contexto interdisciplinar e intercultural* (ROCHA, 2015, p. 87-95).

Feito isso, o professor-pesquisador abriu o debate com uma provocação: "será que se os físicos envolvidos no movimento que estamos estudando não estivessem desempregados, ou seja, se estivessem ainda dentro da academia, teriam chegado onde chegaram?". Dessa forma, chamou-se a atenção para a importância do contexto para a construção do conhecimento científico, o que possibilitava a desconstrução da visão descontextualizada da ciência. Houve ainda uma longa discussão sobre a relação da teoria quântica com outras formas do conhecimento que durou até o final do encontro.

Na 14ª aula, o professor e o professor-pesquisador iniciaram o encontro resgatando a discussão sobre o teorema de Bell, pois haviam percebido nas aulas anteriores, em especial naquelas em que houve o debate sobre os aspectos internos da teoria quântica, que a turma não tinha entendido bem a problemática envolvida no desenvolvimento desse teorema e que seria interessante reforçar. Para isso, eles perguntaram aos estudantes se eles haviam compreendido o teorema de Bell, mas a resposta foi negativa, o que comprovava a suspeita.

Com isso, o professor-pesquisador compartilhou a tela do computador com o texto "Teorema de Bell para Crianças" de Osvaldo Pessoa Jr (2007-2011) para ler simultaneamente com todos e discutir mais uma vez o teorema de Bell (Leitura 13).

> O Teorema de Bell é um dos assuntos mais sutis da física moderna. Todo mundo acha importante, mas ninguém sabe ao certo porquê. O nome de John Stuart Bell foi proposto para ganhar o prêmio Nobel, mas como o seu teorema não forneceu uma aplicação prática, ele não poderia ganhar. Mesmo assim, alguns acham este resultado o mais profundo da física teórica das últimas décadas. Será que é?
> Segundo alguns, o Teorema de Bell diz que existe *não localidade* na natureza. Mas as coisas não são tão simples assim. Vejamos primeiramente o que é esta "não localidade".

Você deve saber que Isaac Newton descobriu a força da gravidade, não sabe? A terra atrai a lua e a lua atrai a terra e, como resultado, a lua fica girando à nossa volta. Para Newton, essa força é instantânea. Ou seja, se um gigante super poderoso, maior do que todos os monstros que você já viu, desse um peteleco imenso na lua, e a lua saísse voando para os confins do universo, que estivesse na terra sentiria um baque no mesmo instante do peteleco (segundo Newton).

Só que na verdade, não é isso que aconteceria. Na verdade, demoraria 1,3 segundos depois do peteleco para você sentir o baque gravitacional e ver a lua desaparecer. Por quê? Porque os efeitos na natureza se propagam a uma velocidade finita, igual a velocidade da luz (quem descobriu isso, no caso da gravidade, foi Albert Einstein). Um nome dado a isso é "localidade". Nenhuma informação pode ser transmitida instantaneamente. Se você telefonar para alguém no Japão, demora pelo menos 1/15 de segundo para a sua voz ser ouvida por ele.

Em 1926, uma nova teoria foi descoberta para explicar os átomos e a radiação. Chama-se física quântica. O mundo da física quântica é muito estranho. Uma das coisas estranhas é que, para duas partículas, parece que algo que acontece para uma delas pode se propagar instantaneamente para a outra. Ou seja, a teoria quântica parece funcionar de maneira "não local".

Mas será que a realidade mesma é não local, ou essa não-localidade é algo que aparece só na teoria? Um dos primeiros a pensar profundamente nisso foi, de novo, nosso amigo Einstein, em 1935, juntamente com seus colegas Podolsky e Rosen.

Outro que pensou nesses assuntos, em 1952, foi David Bohm, que na época veio morar em São Paulo, pois ele era perseguido político nos Estados Unidos. Ele bolou uma versão da teoria quântica que fala de uma realidade na qual uma causa pode se propagar instantaneamente. É uma teoria na qual a realidade é não local!

Aí veio o Bell. Nascido na Irlanda do Norte, ele trabalhava no maior acelerador de partículas do mundo, o CERN, na Suíça. Nas horas vagas, ele pensava nessa estória de não-localidade, na teoria de Bohm, quando de repente teve uma ideia!

A teoria de Bohm pode ser chamada de "realista", pois ela fala que existe uma realidade física, com "variáveis ocultas", que ninguém jamais pode observar diretamente. A ideia de Bell era de que talvez toda *teoria física realista*, que queira prever tudo o que a física quântica preveja, tenha que ser *não local*, como a teoria de Bohm. O grande mérito de Bell foi ter feito a pergunta certa: será que toda teoria quântica realista tem que ser não local? Feita a pergunta, não demorou muito para ele conseguir demonstrar a resposta: sim. Nascia assim o famoso "teorema de Bell".

Este teorema diz o seguinte: há uma certa grandeza cujo valor, para qualquer teoria quântica *realista local*, é sempre *menor ou igual* ao número 2 (trata-se, portanto, de uma desigualdade). Já para a teoria quântica usual este valor pode ser maior do que 2. A teoria de Bohm é realista não-local, então o valor pode ser maior do que 2. A maioria dos físicos da época interpretava a teoria quântica de maneira "não realista", então, para eles, o valor também poderia ser maior do que 2.

Isso foi em 1964. Demoraram vários anos para os outros físicos entenderem o que Bell quis dizer. Na década de 1970, eles fizeram uns experimentos e confirmaram que o valor da grandeza mencionada poderia ser maior do que 2, ao contrário do que previam as teorias realistas locais.

Quais então as consequências do teorema de Bell? A natureza é não-local? Bem, depende de como você interpreta a teoria quântica. O dilema é se devemos rejeitar o realismo ou a localidade.

1)Se você acha que a física quântica só serve para prever resultados de experimentos, e não para falar de uma realidade que existe mesmo quando não tem ninguém observando (ou seja, se você rejeita o realismo), então você pode dormir tranquilo, pois as coisas que você observa e mede se comportam de maneira local. Não é possível uma pessoa se comunicar com outra instantaneamente, e não há nenhuma "onda quântica" que exista de verdade e que sofra alterações não-locais.

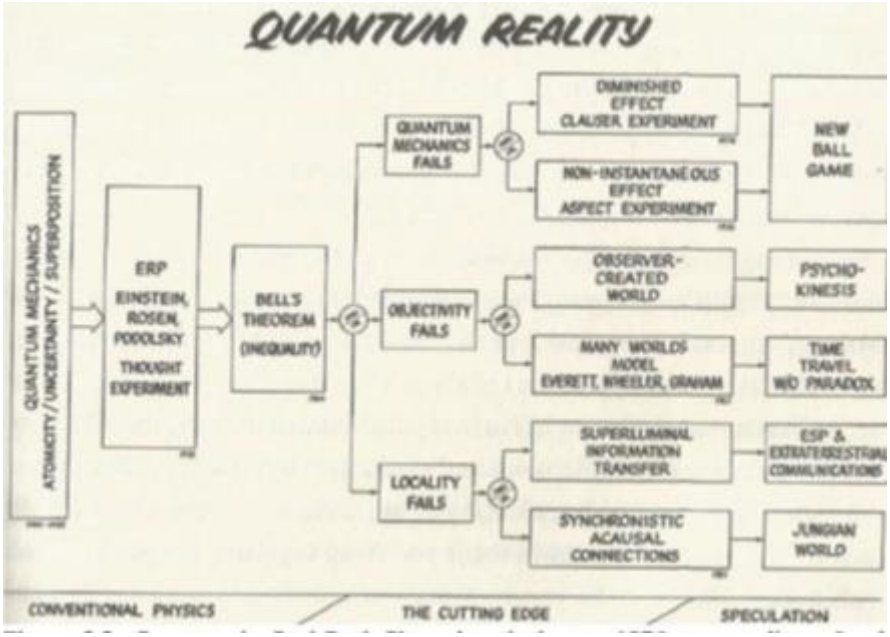
2) Se você pensa como o Bohm, e acha que a teoria quântica descreve a realidade, mesmo quando não tem ninguém observando, então você acredita na não-localidade. É impossível as pessoas se comunicarem instantaneamente, mas haveria alguma coisa na natureza, talvez a onda quântica, que transmite um efeito causal instantaneamente a grandes distâncias. Isso é às vezes chamado de "ação à distância".

> 3)Há uma terceira posição, que não fala em "ação à distância", mas fala jocosamente em uma "paixão à distância". Ela é uma visão parecida com a de Bohm, sendo realista, mas não haveria um efeito causal entre partes distantes. Partículas distantes poderiam estar "correlacionadas", exibindo propriedades semelhantes, sem que houvesse uma causa comum para este comportamento semelhante. Ou seja, duas coisas poderiam passar a ter um certo valor ao mesmo tempo, de maneira não local, sem que houvesse algo que "causasse" este valor.
> Essa é uma situação engraçada. Pois não há uma única explicação para um experimento físico, mas há duas ou mais. Os cientistas não gostam disso: eles gostariam que houvesse uma única resposta, mas hoje em dia não há. Será que no futuro a gente vai descobrir? Ninguém sabe. Talvez você possa um dia ajudar a humanidade a descobrir esta resposta, ou a desvendar outros mistérios da ciência (PESSOA JR, 2007-2011, p. 36-38).

Após o debate sobre o teorema de Bell, o professor-pesquisador continuou a leitura (Leitura 14) de Rocha (2015), agora com foco na seção 2.7.

> Ao fundarem o *Fundamental Fysiks Group*, a fim de discutirem as implicações filosóficas da teoria quântica, Elizabeth Rauscher e George Weissman não estavam apenas interessados no teorema de Bell, mas também em especular sobre as suas possíveis consequências. Como se pode observar pela Figura 2.2, desenhada por Saul-Paul Sirac em 1976, para ilustrar as possíveis implicações do teorema de Bell, os interesses do grupo eram bastante amplos. O mapa destas possibilidades de pesquisa se estende da física convencional, à ciência de ponta, à pura especulação científica.
> Elizabeth Rauscher, George Weissman, Fred Alan Wolf e Jack Sarfatti, por caminhos distintos, se interessaram pela parapsicologia antes mesmo da formação do *Fundamental Fysiks Group*. Os fenômenos paranormais (como a percepção extrassensorial, cujo acrônimo em inglês é ESP – para *extrasensory perception*) aparecem no mapa de Saul-Paul Sirac como uma possibilidade de pesquisa a partir da propriedade da não localidade da teoria quântica (ROCHA, 2015, p. 96).

**Figura 4:** Mapa de Saul-Paul Sirag




**Fonte:** KAISER, p. 67, 2011

Realizada a leitura, o professor-pesquisador perguntou quais visões deformadas da ciência o trecho lido e o quadro (Figura 4) possibilitavam desconstruir. Dessa forma, neste encontro discutiu-se a partir do texto lido a possibilidade de desconstrução das visões aproblemática; exclusivamente analítica; acumulativa e de crescimento linear; ahistórica; empírica-indutivista.

Já no 15º encontro, o professor-pesquisador iniciou a aula retomando a discussão anterior de análise do quadro e indagou sobre a concepção dos estudantes a respeito do método científico, o que motivou um debate sobre o tema e como os elementos contidos no quadro possibilitavam a desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível.

Finalizado esse debate, o professor-pesquisador deu continuidade à leitura (Leitura 15).

> Em 1968, as pesquisadoras norte-americanas Sheila Ostrander e Lynn Schroeder participaram da Primeira Conferência Internacional em Parapsicologia em Moscou. Depois de visitarem e entrevistarem uma série de pesquisadores e institutos de pesquisa em *ESP* durante cerca de três meses na Rússia, na Bulgária e na Tchecoslováquia, Ostrander e Schroeder escreveram o livro "Experiências Psíquicas Além da Cortina de Ferro", publicado em 1970 nos EUA. As pesquisadoras Ostrander e Schroeder alegavam nesta obra que os soviéticos já contavam com cerca de 20 centros de pesquisa em *ESP*, com orçamento anual em torno de 15 a 25 milhões de dólares (valor atualizado para 2014). Havia a suspeita expressa no livro de que as autoridades soviéticas estivessem se utilizando de paranormais com o propósito de espionagem (o que tornou-se conhecido como *ESP*-ionagem, e envolveu a CIA, a NASA e a KGB, e milhões de dólares americanos e rublos russos):
>
> "Se nós, os ocidentais, nos tivéssemos dado ao trabalho de ler as publicações soviéticas na década de 1950, teríamos visto que inúmeros dados sobre o desenvolvimento do Sputnik foram publicados muito antes que ele, disparado no espaço, assombrasse o mundo. Hoje, continuamos desatualizados no que se refere ao material estampado em publicações soviéticas e em artigos científicos, sobretudo no campo da parapsicologia. Desperta América! […] Como disse Neil Armstrong perante uma sessão conjunta das duas casas do Congresso: 'Estamos entrando na Idade de Aquário, que tem enorme significado para a geração mais moça'. Tudo indica que, um dia, disputaremos uma corrida da ESP, como tivemos de disputar uma corrida espacial".
>
> A DARPA também se envolveria com a pesquisa parapsicológica. A agência tinha como objetivo, além de manter a superioridade tecnológica dos EUA, alertar contra possíveis avanços tecnológicos dos soviéticos. Portanto, paralelamente à "corrida espacial", entre os EUA e a União Soviética, estava em curso a "corrida psíquica". Os norte-americanos, novamente, sentiram-se defasados. Dois fatores foram importantes, durante o governo de Leonid Brejnnev, para a configuração deste quadro na URSS. Em primeiro lugar, durante a era Brezhnev – que governou de 1964 a 1982 – a ciência soviética ultrapassou, efetivamente, a ciência norte-americana. Ao final da década de 1960, a comunidade científica da URSS, em número de pesquisadores, já havia ultrapassado a dos EUA (em 1978 o total soviético chegou a ser 60% maior do que o total americano). Em segundo lugar, a pesquisa pura, durante a era Brezhnev, tornou-se relativamente independente do planejamento estratégico, o que desatou as pesquisas em *ESP* da pesquisa aplicada (possibilitando a variedade de centros de pesquisas em *ESP* testemunhados pelas pesquisadoras Ostrander e Schroeder quando visitaram a URSS). A Academia Soviética de Ciências foi responsável, durante este período da URSS, pela relativa dissociação entre as pesquisas pura e aplicada

> O famoso engenheiro Werner von Braun, peça fundamental da "corrida espacial", seria um dos entusiastas da "corrida psíquica", tendo declarado sobre a parapsicologia: "um dos mais promissores campos da ciência moderna" (MARTINEZ, 1975). Ao rotularem a pesquisa de pseudociência, o engenheiro Werner von Braun teria replicado: "isto tudo é parte do jogo". A pesquisa em parapsicologia, por conseguinte, recebeu fundos generosos, neste período, dos setores público e privado. Os físicos iconoclastas, interessado em *ESP*, tiveram a sua oportunidade. O livro de Ostrander e Schroeder teve a importância de apresentar a pesquisa em *ESP* como uma área de pesquisa promissora. (ROCHA, 2015, p. 98-100).

Em seguida, o professor-pesquisador perguntou qual era o momento histórico que o trecho lido destacava, o que provocou uma discussão sobre a Guerra fria e como o contexto é importante para a construção do conhecimento científico. Com isso, levantou-se a possibilidade de desconstrução a partir do trecho lido da visão descontextualizada da ciência.

Na sequência, o professor-pesquisador deu prosseguimento à leitura (Leitura 16) da seção 2.7 de Rocha (2015).

> Michael Murphy, fascinado pela parapsicologia, ao tomar conhecimento do livro, providenciou sua viagem para a Rússia. O Instituto Esalen desenvolveria, a partir desta viagem, entre russos e americanos, um programa de intercâmbio. O programa, russo-americano, chamaria, inicialmente, *The Institute for Theoretical Studies*. Porém, George Leonard, amigo e coautor, junto com Murphy, do livro *The Life We Are Given*, teria observado: "*Come on folks, you can't name this thing TITS*". Mudaram o nome para *Esalen Soviet-American Exchange Program*, que depois de 16 anos mudaria para *The Russian-American Center* (acrônimo *TRAC*), e que mais recentemente trasformou-se no *TRAC TWO*: *An Institute for Citizen Diplomacy*, dirigido pela Dulce Murphy, esposa de Michael Murphy.
>
> O esforço diplomático do Instituto Esalen, durante a Guerra Fria, entre russos e americanos, chamaria a atenção das autoridades dos dois lados. Em 1982, Steve Wozniak, cofundador da *Apple Computer*, e o programa *TRAC do Instituto Esalen*, inauguraram a comunicação via satélite entre americanos e soviéticos. O catálogo do Esalen descreveu o evento como "*Satellite Rock-and-Roll Fest*", um festival de rock-and-roll com bandas soviéticas e americanas, transmitido entre Moscou e São Bernardino (uma pequena cidade ao sul da Califórnia). Em 1989, o Instituto Esalen foi escolhido para hospedar Boris Yeltsin em sua viagem aos EUA (várias organizações competiam pela tarefa, incluindo a *Rockfeller Foundation*, a *Ford Foundation* e o *Council on Foreing Relations*). O jornal Los Angeles Times chamou o programa do Esalen de "*Hot Tub Diplomacy*".
>
> Após algumas semanas na Rússia, em 1971, Murphy e seus colegas concluíram que, embora Ostrander e Schroeder tivessem exagerado, os seus relatos como um todo eram verídicos. As semelhanças entre os projetos de pesquisa do Instituto Esalen e dos institutos dos pesquisadores russos atraíram a atenção de Michael Murphy. O que no Instituto Esalen chamavam de "desenvolvimento do potencial humano", os russos chamavam de "expedição às reservas humanas escondidas".
>
> O Instituto de Pesquisa de Stanford, a Agência de Inteligência e Defesa do Pentágono, a Agência de Segurança da CIA e a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), estão entre as instituições governamentais que se lançaram na pesquisa em *ESP*. Em 1969, a *Parapsychological Association*, criada em 1957, afiliou-se à *American Association for the Advancement of Science* (acrônimo *AAAS*). A sua aceitação na *AAAS* torna-se compreensível quando leva-se em consideração que pesquisas revelavam que 9 a cada 10 cientistas consideravam legítimas as pesquisas em *ESP*. Os físicos Russel Targ e Harold Puthoff lideraram o grupo do Instituto de Pesquisa de Stanford (*Stanford Research Institute* (acrônimo SRI)). Os dois trabalhavam com laser na década de 1960, antes de se voltarem para o mundo da parapsicologia.

Russel Targ nasceu em Chicago em 1934. Abandonou seu doutorado em física antes de concluí-lo pela Universidade de Colúmbia. Targ já se interessava por parapsicologia, tendo fundado, em 1965, em Palo Alto, o *Parapsychological Research Group*. Contudo, atribuiu a Michael Murphy os eventos que o levariam, indiretamente, a trabalhar em tempo integral com parapsicologia. Russel Targ frequentava o Instituto Esalen na década de 1960. Participou de workshops conduzidos por Fritz Perls e William Schutz. Murphy pediu a Targ, em março de 1972, que o substituísse, em São Francisco, em uma palestra, patrocinada pelo Esalen. Targ atendeu ao pedido de Murphy e palestrou sobre seus projetos em parapsicologia. Na platéia estava George Pezdirtz, responsável por novos projetos na NASA. George Pezdirtz convidou Russel Targ a apresentar as suas ideias em uma conferência da agência espacial. Targ aceitou o convite. Na conferência sobre tecnologias especulativas, estavam o diretor da NASA James Fletcher, o escritor de ficção científica Arthur Clark, o engenheiro de foguetes Werner von Braun, e o astronauta da Apolo 14, Edgar Mitchell. A NASA resolveu patrocinar, depois desta conferência, suas pesquisas parapsicológicas. Russel Targ lembra-se de ter escutado Werner von Braun dizer a James Fletcher: "Poxa, Jim, dê o dinheiro a ele, todos nós sabemos que esta coisa é real".

Harold Puthoff nasceu em Chicago em 1936. Doutorou-se em engenharia elétrica em 1967, pela Universidade de Stanford, passando a lecionar no departamento de engenharia elétrica e integrando-se ao time de pesquisas em laser, em 1969, do Instituto de Pesquisa de Stanford. Ao ter suas verbas de pesquisa em laser diminuídas, pediu permissão ao seu supervisor para, a partir de uma doação de cerca de 55 mil dólares, começar uma pesquisa em parapsicologia (o que constitui mais um exemplo de "oportunismo em contexto"). Os 55 mil dólares (valor corrigido para 2014), doados por um filantropo entusiasta em parapsicologia, em 1972, foram usados para iniciar a pesquisa. Puthoff convidou Targ, com seus fundos da NASA, a integrar a equipe. Durante 10 anos, de 1972 a 1982, Targ e Puthoff lideraram o grupo de pesquisa em *ESP* em Stanford (no *Electronics and Bioengineering Laboratory* do Instituto de Pesquisa de Stanford). Em setembro de 1972, começaram a pesquisa testando, durante 6 semanas, o suposto paranormal Uri Geller. O resultado da pesquisa, publicado na revista *Nature*, em outubro de 1974, causou um alvoroço *The New York Times*, em outubro de 1974, publicou: "*Physicists Test Telepathy In a 'Cheat-Proof' Setting*":

"Os cientistas do *Stanford Research Institute* que conduziram experimentos com um certo número de pessoas, incluindo Uri Geller, mágico e suposto paranormal, reportaram que o Senhor Geller, e provavelmente a maioria das pessoas, têm uma habilidade de mandar e receber informação através de 'uma modalidade de percepção ainda não identificada'".

*The Chicago Tribune*, em outubro de 1974, publicou: "*Scientist Lend Dignity to Geller's Claims*":

"O seu talento aparentemente místico de se sentar em uma sala fechada e adivinhar corretamente os desenhos que as pessoas desenharam em uma outra sala isolada tem sido reportado na *Nature*, um proeminente periódico científico britânico. A revista Nature não endossa Geller como um super cérebro na área da parapsicologia, mas recomenda aos seus leitores que 'há algo aqui que merece o escrutínio científico'".

*The Washington Post*, em outubro de 1974, publicou: "*Geller: Psychic or Magician?"*.

"A revista *Nature* divulgou um relatório de dois físicos do *Stanford Research Institute* que concluíram em seus experimentos que Geller possui pelo menos alguns dos poderes que ele alega possuir. A revista, que tem uma reputação internacional, dissocia-se dos resultados e alega que está publicando o relatório para promover mais investigação".

*The Los Angeles Times*, em outubro de 1974, publicou: "*ESP Ability May Be Widespread, Tests Find*":

"Os experimentos foram conduzidos pelos doutores Harold Puthoff e Russel Targ do *Stanford Research Institute* em *Menlo Park*. Os dois cientistas escreveram no prestigioso periódico britânico *Nature*: 'talvez seja o caso que a habilidade para percepção remota seja amplamente distribuída entre a população geral, mas devido

> ao nível de atenção individual, ela seja reprimida ou não seja nem notada'" (ROCHA, 2015, p. 100-102).

Mais uma vez, a partir da leitura desse trecho, houve um debate sobre a relação da ciência com outras formas de conhecimento, mas que não será aqui detalhado, pois, como dito, isso será realizado no próximo capítulo de análise dos dados. Ainda neste encontro, levantou-se a possibilidade de desconstruir com o apoio da Leitura 15 as visões descontextualizada; elitista; rígida, algorítmica e infalível. Com isso, encerrou-se mais uma aula.

No 16º encontro, o professor-pesquisador finalizou a leitura (Leitura 17) da seção 2.7 de Rocha (2015).

> Entretanto, antes de tornar-se manchete em jornais do país inteiro, a pesquisa em ESP conduzida pelos pesquisadores Russel Targ e Harold Puthoff, em Stanford, já se tornava conhecida ao redor da área de São Francisco. O físico Jack Sarfatti, logo após receber o convite, vindo do próprio Abdus Salam, para trabalhar no *International Centre for Theoretical Physics*, em Trieste, encontrou uma matéria no jornal *San Francisco Examiner*, em 1973, a respeito das experiências do Instituto de Pesquisa de Stanford. Sarfatti, poucas semanas antes de se mudar para a Itália, ligou para o Instituto e agendou uma visita ao laboratório, quando então conheceu Targ e Puthoff, além do astronauta Edgar Mitchell, entusiasta da pesquisa em *ESP*, e fundador do *Institute of Noetic Sciences*. Após passar um dia inteiro dentro do laboratório, Sarfatti deixou os EUA empolgado pela pesquisa em *ESP*. Elizabeth Rauscher também visitou o laboratório de Stanford. Depois de apresentar o seu modelo teórico a fim explicar os fenômenos ESP, Targ e Puthoff resolveram contratá-la como consultora do Instituto de Pesquisas de Stanford.
>
> Em fevereiro de 1974, Jack Sarfatti e Fred Alan Wolf, em Londres, encontraram-se com David Bohm, no *Birkbeck College*, a fim de testarem Uri Geller. O suposto paranormal israelense dobrou as chaves de David Bohm e disparou um contador Geiger que segurava em suas mãos. David Bohm cunhou o termo "*The Geller Effect*". Jack Sarfatti comunicou à imprensa: "O meu julgamento professional como PhD em Física é que Geller demonstrou habilidade psico-energética genuína além de qualquer dúvida de uma pessoa razoável". Para o físico Jack Sarfatti, os físicos teóricos deveriam retornar, como consequência destas experiências, aos fundamentos da mecânica quântica. Em suas próprias palavras: "A ambiguidade na interpretação da mecânica quântica deixa amplos espaços para a possibilidade de efeitos telepático e psicocinéticos". Com efeito, os físicos Targ e Puthoff, em livro publicado em 1977, a respeito do resultado de suas pesquisas, afirmaram:
>
> "Há também atualmente um interesse científico considerável nas implicações para a nossa visão de mundo levantadas pelas observações experimentais da 'interconexão quântica', uma aparente conexão entre eventos distantes. Esta conexão quântica está codificada em um teorema de grande elegância chamado teorema de Bell. Este teorema enfatiza que 'para nenhuma teoria da realidade compatível com a mecânica quântica é necessário que eventos espacialmente separados sejam independentes' - mas, pelo contrário, ela permite que eventos separados fisicamente possam interagir uns com os outros de uma maneira que é contrária à experiência ordinária. Este aspecto da teoria moderna, que já foi experimentalmente testada e confirmada, revela que partes do universo, aparentemente separados uns dos outros, podem, mesmo assim, agir juntos como parte de um todo maior, uma afirmação que talvez seja mais esperada em escritos místicos do que em uma teoria da física".
>
> A citação entre aspas "para nenhuma teoria da realidade compatível com a mecânica quântica é necessário que eventos espacialmente separados sejam independentes" é do artigo "*Theory of Reality*" de 1975 do físico de Berkeley, Henry Stapp. Com

> efeito, os artigos e trabalhos de Henry Stapp se tornariam referências para trabalhos em *ESP*. A contenda entre Henry Stapp e Jonathan Dowling na *Physics Today* de julho de 1995 é um exemplo disto. O crítico de Stapp, assim escreveu:
> "Eu tenho uma séria preocupação que eu gostaria de apresentar para a comunidade de
> Física como um todo. Ao que me parece há um pequeno, mas dedicado, grupo de cientistas – alguns com reputação bem respeitável - que, ainda assim, se metem em coisas que a maioria de nós não chamaria de ciência (os termos 'pseudociência' e 'ciência patológica' me ocorrem no momento). De tempos em tempos, tentativas são realizadas no sentido de vestir este tipo de trabalho com a roupagem de "ciência de verdade" e então enviar para publicação em periódicos prestigiosos junto como material mainstream - dando ao trabalho um manto de legitimidade (não merecida).
> Por exemplo, na edição de 1 de julho de 1994 do Physical Review A, apareceu um artigo do Henry P. Stapp, 'Modelo Teórico de uma Suposta Violação Empírica da Teoria Quântica'. Este artigo desenvolve um modelo teórico a-causal da mecânica quântica não linear que é de maneira solta baseado no trabalho de Steven Weinberg. Está claro que este artigo foi especificamente criado para explicar os resultados aparentemente anômalos encontrados nos experimentos desenhado para estabelecer a suposta realidade dos fenômenos paranormais: A referência 8 de Stapp é do experimento de telecinese de Helmut Schmidt, publicado no Journal of Parapsychology".
> Henry Stapp respondeu ao seu crítico, em mais um capítulo de um longo romance de controvérsias que envolveria a grande mídia, periódicos científicos, livros de popularização e organizações especializadas ao redor da legitimidade ou ilegitimidade da parapsicologia (ROCHA, 2015, p. 103-105).

Após a leitura, o professor-pesquisador mudou a estratégia que vinha utilizando até então, ou seja, ao invés de perguntar qual visão deformada da ciência o trecho possibilitava desconstruir, ele já partiu da premissa que o trecho lido possibilitava a desconstrução de uma visão empírica-indutivista da ciência. Essa mudança ocorreu porque, diferente das outras visões deformadas da ciência, a possibilidade de desconstrução da visão empírica – indutivista a partir de Rocha (2015) não estava tão explícita, necessitando assim de uma abordagem distinta do que se vinha fazendo, a fim de também contemplá-la no desenvolvimento da intervenção didática. Dessa forma, o professor-pesquisador perguntou: "como que vocês conseguem, a partir do que foi lido aqui, desconstruir uma visão empírica-indutivista da ciência?". Na sequência, houve um debate sobre a definição da visão empírica-indutivista e como o trecho lido possibilitava a desconstrução dessa visão.

Por fim, um estudante chamou a atenção sobre como os "cientistas" ignoram as discussões filosóficas, levando o professor a relacionar essa postura com o "desencantamento do mundo", em que o fazer científico contemporâneo não se preocupa com os "mistérios" da vida. Como ainda restavam alguns minutos para o fim da aula, o professor aproveitou o tempo para explicar como os estudantes deveriam construir o Plano de Unidade de Ensino (Anexo A) que serviria como avaliação da disciplina. A ideia era que eles construíssem um Plano tendo como base um episódio da história da física e que deveria ter como um dos objetivos a possibilidade de desconstrução de alguma das visões deformadas da ciência.

O professor iniciou sua explicação dizendo que seriam formados nove grupos contendo dois estudantes cada e que cada grupo ficaria responsável por tentar mostrar como o evento histórico escolhido por eles possibilitava a desconstrução das seguintes visões deformadas da ciência: descontextualizada; individualista; elitista; aproblemática; ahistórica; acumulativa e de crescimento linear; empírica-indutivista; ateórica; rígida, algorítmica e infalível.

Em seguida, o professor justificou que a visão exclusivamente analítica não seria trabalhada, pois esta visão era a única que não tinha sido possível apontar a possibilidade de sua desconstrução através das seções lidas e debatidas de Rocha (2015). Feito isso, ele fez novamente uma breve explicação de cada uma das visões e auxiliou na formação dos grupos de uma forma que todas as visões fossem contempladas. Após explicar detalhadamente cada ponto do Plano para os estudantes, o professor finalizou o encontro.

Então, encerrado o processo de leitura e debate sobre a origem do *Fundamental Fysiks Group*, na 17ª aula houve a integralização da intervenção didática. O professor-pesquisador iniciou o encontro apresentando a dinâmica que seria adotada naquela aula, que seria uma espécie de grupo focal[37]. Com a intenção de deixar os estudantes mais à vontade para participarem, o professor-pesquisador ressaltou que não era uma proposta avaliativa, mas sim uma proposta de um diálogo para realizar um diagnóstico sobre os que eles tinham aprendido com as aulas desenvolvidas até o momento. Por ter mais experiência com o ensino e a pesquisa, o professor guiou a dinâmica chamando a atenção para que o maior número de estudantes participasse e fazendo perguntas pontuais sobre cada uma das visões deformadas da ciência que as seções lidas de Rocha (2015) possibilitavam desconstruir.

Finalizada essa integralização, como restavam ainda alguns minutos para o encerramento da aula, o professor aproveitou desse tempo para, mais uma vez, discutir a construção do Plano de Unidade de Ensino que os estudantes deveriam desenvolver como avaliação da disciplina.

Vale por fim realçar que, apesar de o Plano conter uma parte em que os estudantes deveriam evidenciar como o evento histórico escolhido por eles possibilitava a desconstrução de alguma visão deformada da ciência tratada durante a intervenção didática, ele não será utilizado como material de análise nesta pesquisa. Isso se deve ao fato que o Plano de Unidade de Ensino traz o estudo de outros eventos históricos como possibilidade de

[37] Grupo focal é um tipo de entrevista em que o entrevistador direciona o debate junto a um grupo de pessoas sobre um tema em específico com o intuito de captar as percepções de cada pessoa pertencente ao grupo (FLICK, 2009).

desconstrução das visões deformadas da ciência, que diferem do evento histórico evidenciado nesta pesquisa, isto é, a origem do *Fundamental Fysiks Group*. Com isso, entende-se que os Planos estão muito mais relacionados à avaliação da disciplina do que a intervenção didática e consequentemente à pesquisa aqui exposta. Dessa feita, conclui-se que a intervenção didática na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG se encerrou na 17ª aula.

# 4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo será apresentada a análise dos dados. Como já dito, nove aulas (nona a 17ª aula) foram escolhidas para transcrição devido ao fato de que foram nesses encontros que houve a discussão sobre a natureza da ciência a partir do estudo dos eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group*.

As falas transcritas, que foram utilizadas na análise, serão apresentadas no formato de turnos, sendo que cada turno corresponde a uma fala de algum sujeito envolvido na intervenção didática, seja oral ou pelo *chat*. A respeito disso é importante destacar que durante a transcrição tudo que foi escrito no *chat* foi levado em consideração, inclusive inscrições para fala e até mesmo brincadeiras diversas. Dessa forma, optou-se neste capítulo por apresentar apenas os turnos que tenham relevância para a discussão que se pretende fazer, ou seja, inscrições ou falas paralelas que não acrescentam conteúdo para o debate foram suprimidas.

As identidades dos sujeitos participantes da intervenção didática foram preservadas e para um melhor entendimento do leitor, algumas falas foram textualizadas, isto é, algumas falas foram modificadas em sua forma, mas sem perda de significado.

No processo de transcrição utilizou-se os seguintes recursos simbólicos:

**Tabela 3:** Recursos simbólicos utilizados nas transcrições

| Recursos Simbólicos | Significado |
|---|---|
| Turno | Momento de fala dos participantes a cada aula |
| Itálico | Fala expressa no *chat*. |
| P | Professor da disciplina. |
| PP | Professor-pesquisador. |
| An | Estudante participante em que *n* é um número e representa cada estudante. |
| [...] | Trechos que foram suprimidos. |
| ... | Pausa. |
| (inint.) | Fala ininteligível. |

**Fonte**: adaptado de Costa (2017).

A análise dos dados foi guiada pelo referencial teórico e neste processo buscou-se encontrar elementos empíricos que ajudassem a responder ao problema de pesquisa desta investigação. Com isso, ao analisar os dados extraíram-se três categorias essenciais (**dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência**; **possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência**; **relação entre a ciência e outras formas de conhecimento**) que serão apresentadas a seguir.

## 4.1 Dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência

Ao longo da intervenção didática pôde-se observar algumas dificuldades referentes à classificação e definição das visões deformadas da ciência. Como mostrado na segunda seção do primeiro capítulo deste trabalho, o grupo de Daniel Gil-Pérez identificou e organizou as principais visões deformadas da ciência em sete grupos. São eles: visão descontextualizada; visão individualista e elitista; visão empírica-indutivista e ateórica; visão rígida, algorítmica e infalível; visão aproblemática e ahistórica; visão exclusivamente analítica; visão acumulativa de crescimento linear. (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Entretanto, como os autores afirmam que esses sete grupos não podem ser contemplados como isolados ou autônomos, pois formam um sistema relativamente integrado, acreditava-se que se poderia reorganizar as visões deformadas da ciência sem perder a essência de cada uma delas. Dessa feita, como dito no capítulo anterior, mais especificamente quando a intervenção didática foi descrita, optou-se por reclassificar essas visões em quatro grupos (Apêndice C). As visões “individualista e elitista”, “aproblemática e ahistórica”, “acumulativa de crescimento linear” foram reunidas em “individualista e ahistórica”; as visões “empírico-indutivista e ateórica”, “rígida, algorítmica, infalível...” foram reunidas em “empírica–indutivista, rígida e ateórica”; as visões “descontextualizada” e “exclusivamente analítica” foram mantidas como nos trabalhos de referência.

Mais uma vez, vale ressaltar, que isso foi feito com a intenção de otimizar o tempo destinado ao debate introdutório dessas visões, já que ao longo da intervenção didática iria-se sempre discutir essas visões a partir do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group*.

Todavia, os problemas dessa estratégia começaram a aparecer logo na segunda aula da intervenção didática. Ao receber o texto que havia sido elaborado (Apêndice C), um

estudante (A1) questionou o porquê de o texto conter quatro grupos de visões deformadas da ciência, e não sete como no artigo de Gil-Pérez *et al*. (2001). PP explicou rapidamente para A1 o motivo e, acreditando que ele tivesse compreendido, deu prosseguimento à intervenção.

Como descrito anteriormente, a leitura e discussão desse texto (Apêndice C) foi realizada nas primeiras cinco aulas sem muitas dificuldades, até que que chegou o momento de planejar a sexta aula. Ao refletir sobre como seria a apresentação e debate do vídeo "O que é ciência?" (UAB PEDAGOGIA UFJF, 2015), P e PP observaram que a Prof.ª Dr.ª Luciana Massi utiliza como referência para sua aula o artigo de Gil-Pérez *et al*. (2001), ou seja, a aula ministrada pela professora está baseada em sete grupos de visões deformadas da ciência. Então, para solucionar esse problema, P e PP optaram por apontar onde estavam presentes no texto (Apêndice C) as visões destacadas pela professora no vídeo.

Com isso, acreditava-se que se tinha resolvido o problema, mas quando P e PP foram planejar as aulas destinadas à leitura e debate de Rocha (2015) sobre o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* perceberam que ficaria bastante confuso trabalhar com grupos de visões deformadas, sejam sete ou quatro.

Como a intenção era buscar a partir da leitura e do debate de Rocha (2015) possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência, utilizar grupo de visões dificultava esse trabalho, pois em cada momento do texto uma visão se destacava mais que outra. Sendo assim, optou-se por separar as visões em: 1) **Descontextualizada**; 2) **Individualista**; 3) **Elitista**; 4) **Aproblemática**; 5) **Ahistórica**; 6) **Acumulativa e de crescimento linear**; 7) **Empírica-indutivista**; 8) **Ateórica**; 9) **Rígida, algorítmica e infalível**; 10) **Exclusivamente analítica**.

Contudo, como já tinham estudado as visões deformadas da ciência classificadas em grupos, tanto no texto de apoio (Apêndice C) quanto na menção aos trabalhos de referência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005), P e PP estavam cientes de que essa nova estratégia poderia causar confusão no entendimento inicial dos estudantes.

E foi o que aconteceu, como é possível observar no diálogo seguinte, que ocorreu logo após a Leitura 1, durante a nona aula:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 09 | PP | [...] Então vejam bem ... aqui nesse parágrafo, você vê que tem várias visões deformadas da ciência que nós podemos desconstruir. [...] Quais elementos que existem nesse parágrafo que nos permite desconstruir as visões deformadas da |

| | | |
|---|---|---|
| | | ciência e quais são essas visões deformadas da ciência? Dentre todas aquelas que a gente discutiu nas últimas semanas. |
| 10 | A1 | A visão individualista, né? |
| 11 | PP | Vamos lá, vamos ampliar ... o que significa uma visão individualista da ciência, A1 ... |
| 12 | P | *Colinha?* (P escreveu no chat solicitando que PP disponibilizasse a "colinha" contendo a lista das 10 visões deformadas da ciência) |
| 13 | PP | ... ou quem quiser responder? |
| 14 | A1 | Uma ciência que não trabalha em grupos, que é feita por um cientista isolado, um gênio ... e aqui bem na primeira linha já cita, pelo menos três pessoas que trabalharam em conjunto e ... num projeto, né? |
| 15 | PP | Beleza ... eu já ia fazer a pergunta onde que você encontra no texto uma desconstrução dessa visão, você já até falou. [...] Então, muito bem ... o professor pediu uma colinha (risos) ... eu vou esperar, vamos ver se eles conseguem sem a colinha ... mais alguma? [...] |
| 16 | A2 | Eu percebi a visão empírica porque fala de um experimento ali, experimento do teorema de Bell, então alguém estava esperando o (inint). |
| 17 | PP | Vou pôr a colinha, porque lembrar os nomes é complicado mesmo ... vou por a colinha ... deixa eu só explicar antes essa colinha ... como é que a gente construiu essa colinha? A gente leu um texto, aquele texto que eu e a minha professora escrevemos, certo? E vimos um vídeo, um vídeo sobre as visões deformadas da ciência ... e tanto o texto quanto o vídeo ... |
| 18 | A4 | *descontextualizada?* |
| 19 | PP | ... foram inspirados no trabalho do grupo de Daniel Gil-Perez. E a partir desses trabalhos, tanto do texto como do vídeo, que a gente discutiu aqui, nós conseguimos ali ... isolar ... mais ou menos isolar ... até porque elas não podem ser entendidas de maneiras isoladas ... mas ... a gente conseguiu separar ali dez visões de todas. |
| 20 | PP | *Principais deformações sobre a natureza da ciência que são transmitidas, explícita ou implicitamente, através do ensino:*<br>*1. Descontextualizada*<br>*2. Individualista*<br>*3. Elitista*<br>*4. Aproblemática*<br>*5. Ahistórica*<br>*6. Acumulativa e de crescimento linear*<br>*7. Empírica-indutivista*<br>*8. Ateórica*<br>*9. Rígida, algorítmica e infalível*<br>*10. Exclusivamente analítica* |
| 23 | A2 | *Eu estava com 4 em mente* |

Após PP perguntar quais visões deformadas o trecho lido possibilitava desconstruir, inicialmente apenas A1 respondeu (turnos 10 e 14), o que levou P a sugerir no *chat* que fosse disponibilizada a "colinha" para que os estudantes pudessem se orientar (turno 12). Entretanto, PP insistiu mais um pouco na intenção de tentar fazer com que os estudantes apontassem espontaneamente as visões deformadas da ciência que o texto possibilitava desconstruir (turno 15), mas logo percebeu que essa estratégia não teria sucesso (turno 17). Então, entendendo que seria complicado lembrar de todas as visões deformadas da ciência

estudadas, PP acatou a sugestão de P e disponibilizou a lista contendo dez visões deformadas da ciência (turno 20).

Cabe aqui acentuar que, antes de PP disponibilizar a "colinha", A1, A2 e A4 mencionaram "visão individualista" (turno 10), "visão empírica" (turno 16) e "descontextualizada" (turno 18) respectivamente, o que, de certa forma, explicita que a estratégia de separar as visões deformadas da ciência foi adequada, uma vez que até aquele momento os estudantes tinham tido acesso apenas às visões reunidas em grupos, mas quando foram provocados para dizerem quais visões o trecho lido possibilitava descontruir, eles mencionaram, antes de terem contato com a lista de dez visões, os nomes das visões separadas. Mesmo que a justificativa para isso seja a dificuldade em lembrar os nomes, como argumentado por PP (turno 17), pode-se supor que o texto lido remetia às possibilidades de descontrução de visões específicas e não em conjunto.

Na sequência do diálogo, A2 estranhou o fato de serem mencionadas dez visões e não quatro como no texto que tinha sido debatido anteriormente (turno 23), o que era esperado, na medida em que o primeiro acesso que os estudantes haviam tido com respeito às visões deformadas foi por meio do texto discutido em sala (Apêndice C) e que continha quatro grupos de visões deformadas.

Ainda sobre essa questão, na décima aula, após a Leitura 3, um estudante (A6) voltou a mencionar o grupo de visões no lugar da visão isolada como havia sido estabelecido na aula anterior. Segue abaixo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 28 | PP | […] acho que dá para gente retomar aqui uma outra visão deformada que nós tratamos na aula passada, qual é? Para esse parágrafo … |
| 29 | A6 | Seria empírico-indutivista? |
| 30 | PP | Por que você acha que seria empírico-indutivista? Pode falar A6, sem medo de ser feliz. |
| 32 | A6 | Calma aí, só (inint). |
| 55 | A6 | […] eu errei, não era (empírica – indutivista) … é individualista-ahistórica, porque se você olhar bem na hora que ele vai falar o teorema de Bell, ele não especifica que foi o Bell o grande realizador, idealizador do grande projeto histórico, mas sim que a partir de um trabalho de um cientista que inspirou o John Bell a criar o seu teorema. Então, já é uma quebra da visão individualista-ahistórica. |
| 64 | PP | [...] com relação a esta ligação (individualista e ahistórica), para não causar confusão, no texto de vocês existem visões deformadas que estão ligadas na mesma seção, mas que dizem coisas diferentes … por que elas estão ligadas na mesma seção? Porque existe uma relação entre elas, mas individualista é uma coisa, ahistórica é outra. Então, para evitar essa confusão, o que nós fizemos para estas aulas foi separar todas e a partir dessa separação, que são essas dez que estão no *chat*, a gente consegue em cada contexto localizar cada uma delas. Então, eu acho que … A6 … eu acho que o que você queria dizer aqui agora é especificamente a individualista, ok? Só para não gerar confusão … por causa da |

| | | |
|---|---|---|
| | | forma que foi escrito o texto, tá bom? |

Depois que PP realizou a leitura e perguntou qual visão deformada da ciência o trecho lido possibilitava desconstruir (turno 28), A6 disse: “seria empírico-indutivista?” (turno 29), mas por problemas em sua internet (turno 32), ele não conseguiu responder quando PP questionou o porquê de ele ter mencionado a possibilidade de desconstrução dessa visão. Então, PP deu prosseguimento à aula até que a internet de A6 se reestabeleceu e ele fez o comentário expresso no turno 55.

Pode-se afirmar que A6, ao mencionar o nome da visão “individualista ahistórica”, faz uma nítida referência ao grupo de visões presente no texto de apoio (Apêndice C) denominado “visão individualista e ahistórica”. Dessa forma, mais uma vez foi necessário que PP retomasse a explicação do porquê da separação entre as visões deformadas da ciência (turno 64).

Esse tipo de confusão não ocorreu mais durante a intervenção didática, o que leva a crer que os estudantes tenham entendido e aceitado a nova estratégia de separação das visões com o intuito de identificar as possibilidades de desconstrução a partir do estudo dos eventos ocorridos no surgimento do *Fundamental Fysiks Group*.

Outra dificuldade surgida ao longo da intervenção didática está relacionada à definição das visões deformadas da ciência, sendo que isso ocorreu principalmente devido a confusões de interpretação do conteúdo expresso nos textos de referência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

A primeira vez que essa dificuldade surgiu, foi quando P e PP estavam planejando a discussão da seção do texto de apoio (Apêndice C) destinada à visão exclusivamente analítica. Ao realizar o planejamento desta aula, antes mesmo da pandemia, P identificou um problema. Após a leitura integral do texto que estava sendo trabalhado em sala (Apêndice C), P percebeu que todas as visões apresentavam características “deformadas da ciência”, ou seja, o contrário dessas visões seria o que se esperava como sendo uma concepção coerente sobre a natureza do conhecimento científico. Contudo, a dúvida era: qual a concepção contrária à visão exclusivamente analítica?

P explicou que o oposto da análise é a síntese, enquanto a primeira seria a separação de conhecimentos para especificar um objeto, a síntese seria o agrupamento dos conhecimentos para o entendimento deste objeto. Mas isso não estava no texto que estava

sendo estudado nas aulas, o que levou P e PP a reverem as referências que foram utilizadas para a construção desse material.

Nos trabalhos desenvolvidos pelo grupo de Daniel Gil Pérez (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005) pode-se observar, a partir de uma leitura mais atenta, que a definição dessa visão é que para além do processo de análise realizada na construção do conhecimento científico, tem-se também de igual importância o processo de síntese. O problema é que, como dito, isso não estava presente no texto que estava sendo utilizado para o debate introdutório sobre as visões deformadas da ciência (Apêndice C). Dessa forma, P e PP refizeram a seção destinada à visão exclusivamente analítica (Apêndice D), buscando evidenciar o papel das análises e sínteses para a construção do conhecimento científico.

Neste mesmo sentido, houve também uma confusão com respeito às definições das visões descontextualizada e ahistórica. Como dito anteriormente na descrição da intervenção didática, inicialmente estava-se fazendo a seguinte distinção entre essas duas visões: a visão descontextualizada estava sendo relacionada aos esquecimentos dos aspectos sociais inerentes à construção do conhecimento científico, enquanto a ahistórica estava sendo tratada como uma falta de atenção aos aspectos históricos de determina época.

Essa postura pode ser observada em um trecho retirado da transcrição da nona aula da intervenção, em que PP estava utilizando de trechos da "INTRODUÇÃO" de Rocha (2015) para explicar como seria a estratégia da aula:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 01 | PP | [...] vamos supor que a gente estivesse lendo isso aqui: "O capítulo dois mostra como esses personagens se organizaram ao redor de instituições e fontes de fomento alternativas a fim de perseguirem os seus interesses heterodoxos de pesquisa". Então aqui, vejam bem ... essa frase que está marcada traz um elemento muito importante, que é a relação entre fomento e pesquisa, entende? Quando você tem uma relação entre fomento e pesquisa você tem uma ciência que depende de uma sociedade, depende do interesse de uma sociedade e isso vai contra uma visão descontextualizada da ciência, que entende a ciência de forma neutra, uma ciência que não está inserida na sociedade e que pode ser feita livre de qualquer tipo de interesse. Então, essa simples frase mostra que não, que a ciência ela depende dos interesses da sociedade, ela tem uma relação de muito afinco com a sociedade, não existe ciência isolada da sociedade. Ok? Então assim, o que é que nós vamos fazer? Como se eu estivesse lendo essa frase e aí eu passo a vez para vocês, entenderam? Falo assim: "e aí pessoal, qual visão deformada a partir dessa frase aqui, dessa que estudamos a gente pode desconstruir? ". Aí vocês falariam, por exemplo: "a gente pode desconstruir a visão descontextualizada" ... por quê? ... "Porque mostra que a ciência é contextualizada, ela responde a interesses da sociedade" ... entende? Beleza? ... Aqui eu trouxe outro exemplo para mostrar uma outra possibilidade de desconstrução ... essa segunda parte ... "A Califórnia das |

| | | |
|---|---|---|
| | | décadas de 60 e 80 é o espaço onde estes personagens se encontram. A Guerra Fria, a história da Califórnia (como o estado que concentrou imigrantes orientais desde a época da corrida ao ouro), o movimento beatnik e hippie, a contracultura, os movimentos ambientalista, feminista e pacifista, o movimento do free speech" [...] "a concentração de uma classe média abastada, a concentração de universidades e centros de pesquisa física de elite formaram o contexto que permitiu que florescessem estas pesquisas alternativas. É por essa razão que a Califórnia se tornou o berço do reencantamento do mundo pela teoria quântica". ... Então ... aqui tem uma sutil diferença entre as possibilidades de desconstrução a partir dos dois trechos lidos, a sutil diferença é que na primeira, quando a gente fala visão descontextualizada a gente está tratando de uma visão que é descontextualizada da sociedade, ou seja, a gente está buscando uma relação de ciência, tecnologia e sociedade, CTS. Inclusive, vai ser uma parte da disciplina que vocês vão estudar aqui, sobre quais são essas relações. Então é uma descontextualização social. Aqui nesse outro ponto a gente percebe um outro tipo de descontextualização, mas é descontextualização histórica, então a gente chama essa visão, que é contraria a isso que está mostrando aqui, de uma visão ahistórica, ou seja, a ciência ela seria feita independente do contexto histórico que ela está inserida. Então, por exemplo, as coisas que nós vamos ver nas nossas aulas ... vocês vão ver que depende muito do momento que aquilo estava acontecendo, ou seja, era um momento de Guerra Fria, estava situado na Califórnia, movimento beatnik, movimento hippie, movimento de contracultura, ambientalista, feminista, pacifista, Guerra do Vietnã. Todos esses momentos históricos influenciaram na forma em que a ciência foi feita. Então a gente não pode chamar a ciência de ahistórica porque ela é totalmente histórica, ela depende do contexto histórico em que ela está inserida. Então aqui eu trouxe dois exemplos para mostrar para vocês como é que a gente vai trabalhar. |

PP trouxe exemplos do texto que seria lido (ROCHA, 2015) para corroborar com sua interpretação a respeito das visões descontextualizada e ahistórica. Percebe-se que existe certa coerência na argumentação construída para se fazer tal diferenciação, mas de acordo com o referencial adotado (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005), na visão ahistórica o que se pretende enfatizar é a não contemplação da evolução dos conhecimentos científicos, ou seja, a falta de atenção à história interna de desenvolvimento da ciência e não uma questão externalista como vinha sendo tratado na intervenção didática.

Ainda neste nono encontro, mais uma vez a confusão relacionada à definição das visões descontextualizada e ahistórica pode ser observada:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 78 | A1 | […] além desse descontextualizada seria ahistórica [...], eu consegui observar algumas coisas aqui quando diz por exemplo que eles tinham um interesse em comum ou então quando eles falavam sobre o teorema de Bell, acho que isso situa uma parte de contextualização daquele momento, daquele ano e a … |
| 80 | A1 | … citação das datas, do tempo, né? Caberia na parte aí de … ahistórica. |
| 81 | PP | Com certeza … |

| | | |
|---|---|---|
| 90 | A5 | […] Só queria aproveitar o momento de fala para dizer que eu não concordo que pontuar datas faz um texto não ser ahistórico, eu acho que quando você põe um texto que tem datas e você não situa o que está acontecendo naquele momento, acho que ele ainda continua sendo ahistórico por mais que você tenha a referência das datas. Então aqui, por exemplo, ele fala as datas … |
| 92 | A5 | ... mas eu não faço ideia do que estava acontecendo nessa época porque não tem nenhum fato, alguma coisa me dizendo … não sei se eu estou errado quanto a isso. |
| 94 | A13 | Pegando o gancho do A5, eu acho que seria melhor a gente pontuar o que estava acontecendo (inint) … tipo é mais importante, né? … situar o que estava acontecendo no momento, que estavam formulando leis, teorias … fazendo a discussão do conceito, do que você pontuar datas … |
| 96 | A13 | … eu lembro muito do meu professor de Física 2 … ele fazia exatamente isso, ele falava lá … tipo … "não sei o que Newton em tal ano formulou isso" e passava para frente. Ficava criando essa ilusão de você ter uma questão histórica por trás, sendo que não tinha nenhuma, né? |
| 97 | A1 | Eu situei como histórica, utilizei as datas apenas como uma referência, mas não só as datas até porque as duas ideias descontextualizada e ahistórica caminham juntas. Então quando você fala ali que o Lawrence era o diretor do colégio, você já está trazendo fatos históricos àquela época, então por isso que eu situei como também ahistórica. |
| 98 | A13 | *isso ai* |
| 100 | A3 | (…) só para completar a questão da parte ahistórica … além dos nomes e dos cargos … |
| 102 | A3 | … que você consegue situar, quando fala que o Henry Stapp foi um dos primeiros a divulgar o teorema de Bell nos Estados Unidos … você tem essa afirmação de que na época de construção tinha esse fato. Mas eu acho que para frente vai ter coisa que verifica isso mais forte também. |
| 104 | P | Eu achei ótimo, porque as falas estão complementares … quando falaram aí: "só as datas não são históricas" … eu balancei a cabeça (positivamente) … |
| 108 | P | ... aí veio o A1 e falou: [...] "a questão que não é só olhando as datas, essas datas na verdade situam quem era diretor de que, quem ocupava o que históricamente … é a história do Lawrence Berkeley Laboratory". Então … legal, eu acho que é por aí mesmo, tem esse elemento histórico embutido. Agora vamos na linha do PP que é … assim … destacar o mais evidente, porque nós estamos lendo um texto histórico, evidentemente todos trechos, todos parágrafos serão históricos, então a todo momento nós vamos estar enfatizando que a ciência é histórica, ou seja, que a ciência tem uma história. Então o ahistórico vai acompanhar a gente o tempo todo. Agora o descontextualizado ele é mais setorial, acho que aí vamos limpar esse joio do trigo, porque a questão da contextualização tem a ver com interesses políticos, interesses de setores da sociedade, não da sociedade como um todo. [...]A gente tem que entender que a ciência não é feita só pela curiosidade humana … ingenuamente o homem ficou curioso como é dito por aí, a maioria da expressão do descontextualizada é nessa linha, que a curiosidade humana que vai construindo a ciência e ignora que por trás e junto com a curiosidade humana tem que vir o financiamento, tem que vir a receptividade da comunidade, tem que vir todo um outro conjunto de fatores que vão viabilizar aquela pesquisa ou não. É isso que seria o descontextualizado. [...]. |

Como se pode reparar, as falas dos estudantes mostram que eles tinham compreendido a visão ahistórica como sendo relacionada à falta do contexto histórico, em especial no momento que discutem sobre a questão de as datas serem ou não suficientes para indicar a historicidade de um evento científico (turnos 78 a 102). Em seguida, P reforçou mais uma vez a distinção que vinha sendo adotada e o que se percebe em sua fala é a dificuldade em fazer essa diferenciação, pois ele associou a uma contextualização da ciência a questão

dos financiamentos de pesquisa, a fim de apontar esse elemento como sendo fundamental para dizer que a ciência é socialmente contextualizada (turno 108).

Essa ideia também foi compreendida por A1, que na décima aula, após a Leitura 2, em um trecho extraído do 16º turno da transcrição desse encontro, disse: "a diferença entre ahistórica e a descontextualizada é que a descontextualizada cita quem patrocinou, o grupo político, aqui não fala quem é o grupo político, mas quem deu a base para o pessoal fazer a pesquisa".

Já no início do 11º encontro, após a Leitura 7, A3 destacou como possibilidade de desconstrução a visão ahistórica da ciência, levando PP a tecer o seguinte comentário:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 18 | PP | [...] É que a gente teve uma preocupação em diferenciar duas dessas visões deformadas, porque elas são muito semelhantes, que é a descontextualizada da ahistórica. O que nós entendemos com as nossas leituras a partir dos autores que tivemos como base é que a descontextualizada está mais ligada ao financiamento, daquilo que está patrocinando, que tem uma relação com a ideia de neutralidade da ciência. [...] A visão descontextualizada entende que a ciência é feita pelo interesse do cientista, que não tem ninguém patrocinando, que não tem ninguém interessado na pesquisa dele e ele faz o que bem quiser. A gente sabe que não é assim, que a ciência é feita através de interesses de grupos sociais e geralmente esse interesse está vinculado com quem paga a pesquisa. Então essa é uma (visão) que a gente chama de descontextualizada e está mais relacionado à sociedade, a relação entre ciência e sociedade, e a outra, a ahistórica é mais relacionada ao contexto histórico, ao que estava acontecendo no mundo naquele momento. Entende a sutileza? A descontextualizada, relação ciência e sociedade, e ahistórica, relação com o contexto histórico, o que está acontecendo no mundo. É muito próximo, mas existe uma pequena diferença entre os dois, então acho que quando você quis dizer ahistórica, talvez seria descontextualizada, entende? |

Novamente, nota-se a dificuldade em fazer a diferenciação entre as visões descontextualizada e ahistórica. Qual a diferença entre "relação ciência e sociedade" e "o que está acontecendo no mundo"? Como dito antes, estavam utilizando nomenclaturas diferentes, mas que, de acordo com a definição que estavam adotando, tratavam-se de coisas iguais.

Posteriormente, ainda neste 11º encontro, A3 questionou: "[...] eu queria perguntar essa questão do desemprego massivo de físicos depois da corrida espacial, ela entra na questão da visão descontextualizada ou ahistórica? Eu ainda estou confuso com isso" (turno 26). E após a leitura de mais um trecho (Leitura 8), houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 28 | A1 | Eu acho que nestes três parágrafos fica bem evidente a diferença entre a visão ahistórica e descontextualizada. Dá para ver bem, por exemplo, a desconstrução da visão ahistórica quando ele cita os fatos históricos mais ligados à história mesmo, que é o acontecimento do lançamento, as instituições que fizeram algum movimento e a ascensão, a busca dos Estados Unidos por |

| | | |
|---|---|---|
| | | correr (inint.). E a desconstrução da visão decontextualizada seria esse movimento social e econômico ligado aos cientistas. Esse movimento no qual os Estados Unidos começaram a investir, a valorização da ciência ... mais ou menos nessa linha. |
| 29 | PP | Muito bom, deixa eu fazer uma pergunta para vocês, só para a gente pensar nessa diferença sutil entre descontextualizada e ahistórica que o A1 disse muito bem. ... O que estava acontecendo no mundo nessa época? |
| 30 | A9 | Guerra Fria? … Corrida espacial? |
| 31 | PP | O principal ... você usou um termo bem importante que era ... Guerra Fria. Estava acontecendo uma Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética. Então esse contexto histórico moldava muitas coisas, uma dessas coisas é a própria ciência. Então entender que a ciência não é moldada pelo contexto histórico, ou seja, uma visão ahistórica da ciência, é uma visão deformada da ciência. |

A1 demonstrou em sua fala ter entendido a diferenciação que vinha sendo adotada, em que tem como peça fundamental a questão do financiamento (turno 28). O que era esperado, dado que em seguida, PP mais uma vez utilizou de um elemento do texto que estava sendo lido e debatido para reforçar essa diferenciação (turno 31). Como dito, trata-se de um equívoco de interpretação, pois não existe sociedade sem história e dizer contexto histórico tem o mesmo sentido aqui de contexto social.

Entretanto, logo na sequência dessa 11ª aula, P chamou a atenção de PP para algo que iria mudar totalmente os rumos dessa questão:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 34 | P | [...] Eu estou aqui com o texto do Gil-Pérez aberto e estou questionando agora com outro olhar essa questão do ahistórico, porque ele fala que essa visão ahistórica surge por omissão do ensino de física e a omissão que ele cita no ensino de física é da física não contar a própria história da ciência. Dessa forma, o ahistórico não é bem do contexto histórico social de um modo geral que ele está falando. Eu acho que todo esse contexto social e histórico está no descontextualizada. O ahistórico mesmo está no fato das pessoas não saberem como a ciência tropeçou, errou e deu voltas até chegar onde está. |
| 35 | PP | Professor! |
| 38 | P | Sim. |
| 39 | PP. | É o seguinte ... esse grupo ... esse trabalho que o senhor leu é aquele do Gil-Pérez de 2001, não é? |
| 40 | P | É … de 2001. |
| 41 | PP | Esse grupo foi escrevendo a mesma coisa, a mesma coisa, a mesma coisa (risos) ... |
| 42 | P | É .. é (risos) |
| 43 | PP | ... aí o trabalho que eu senti que é o ... último, é desse livrinho aqui o (PP mostra o livro "A necessária renovação do Ensino das Ciências") ... que é de 2005. E aqui ... eu ... percebo que ele está diferenciando da forma que a gente está fazendo, sabe? |

Percebendo que estava cada vez mais confuso de diferenciar as visões, P buscou em Gil-Pérez *et al*. (2001) a definição da visão ahistórica (turno 34). Então, PP, a fim de preservar a interpretação que estavam adotando, demonstrou novamente que se tratava de um erro de interpretação, pois apontou o texto de Cachapuz *et al*. (2005) como sendo a referência para tratar do tema como vinham fazendo (turnos 41 e 43). Contudo, nesse livro os autores trazem a seguinte definição da visão deformada da ciência que eles denominam de "aproblemática e ahistórica":

> [...] o fato de transmitir conhecimentos já elaborados, conduz muito frequentemente a ignorar quais foram os problemas que se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução de ditos conhecimentos, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 49).

Percebe-se que em nenhum momento, os autores trazem em sua explicação a questão do contexto histórico (externo), até porque, como agora se sabe, à falta desse contexto eles denominam com sendo parte da "visão descontextualizada".

Na sequência, P explicou o porquê de ele ter buscado o texto de referência (GIL-PÉREZ *et al*., 2001).

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 44 | P | Sabe por que estou falando isso neste momento, PP? Veja só ... nós estamos com uma situação contextual de uma Guerra Fria que é histórica e que demanda uma série de atitudes políticas, de decisões no âmbito da política e esse contexto político tem a ver com CTS, tem a ver com as relações que a ciência estabelece com a tecnologia e com a sociedade. Agora, o que está se reivindicando em termos de história, não é essa história social que determina o contexto das relações CTS, é a história mesmo da construção do conhecimento, então essa história da construção do conhecimento, ela também é omitida. Então, para a gente pensar agora na história do conhecimento neste momento, a gente tem que lembrar em que lugar estavam as discussões no âmbito da mecânica quântica e essa história da mecânica quântica é que é o contexto histórico ao qual a gente tem que se remeter quando a gente interpreta o que está acontecendo neste momento. [...] |
| 46 | P | O que se reivindica do nosso ensino de ciências é que a gente deveria ensinar a ciência explicando aos estudantes como aquele conceito se desenvolveu. [...] Então ... esse contexto, essa ausência de historicidade também é uma visão deformada. (Na escola) o conceito científico surge do nada, ele surge lá na página do livro didático sem ter origem nenhuma, um conhecimento acabado, sem história nenhuma. Essa visão deformada que a gente, mesmo com nosso ensino precário, provoca. Eu entendi agora com essa pequena recuperação do texto, que seria esse o problema histórico, e eu acho que todo esse movimento de política, de questões ... está na descontextualizada, não está propriamente no ahistórico. [...] |
| 47 | PP | Faz sentido. |
| 48 | P | Então assim ... é sútil demais, mas eu acho que o essencial do descontextualizado abrange todo esse espectro político que encaminhou para que os poderes públicos e alguns setores sociais subsidiassem e bancassem esse tipo de pesquisa. E a história da ciência, como um modo geral tem a ver com o processo. [...] |

| | | |
|---|---|---|
| 49 | PP | Sim, tem muito sentido. |
| 50 | P | É muito imbricado, mas a minha leitura agora tem sido em função da reivindicação dos autores de que a gente tem que trabalhar mais a própria história da ciência, lógico sempre vinculado à história da humanidade, mas a ciência tem seus próprios caminhos, meandros, que vão justificando a criação dos conceitos. |

Este é o momento em que P traz para sala de aula uma "nova" definição da visão ahistórica, sendo que essa, agora sim, coerente com o referencial adotado (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Além disso, P destaca também a estreita relação entre as visões ahistórica e descontextualizada, inclusive sua fala se assemelha bastante ao que está escrito no livro de referência citado anteriormente por PP:

> [...] Devemos insistir, uma vez mais, na estreita relação existente entre as deformações contempladas até aqui. Esta visão aproblemática e ahistórica, por exemplo, torna possível as concepções simplistas sobre as relações ciência-tecnologia. Pensemos que se toda a investigação responde a problemas, com frequência esses têm uma vinculação direta com necessidades humanas e, portanto, com a procura de soluções adequadas para problemas tecnológicos prévios (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 49-50).

Isso mostra que P estava correto em sua interpretação, o que convenceu PP, levando-o a tentar justificar a razão desse erro crasso de interpretação:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 51 | PP | Tem muito sentido ... vou explicar para os colegas a dificuldade desse referencial. É que o primeiro trabalho que eu peguei deles é de 1993 e o último trabalho que peguei é de 2005 e basicamente não se altera muita coisa de um para o outro. E só para vocês terem uma noção, eles colocaram aqui (PP com o livro em mãos) uma "visão aproblemática e ahistórica" e fala aqui "ergo acabada e dogmática". Eles escrevem tudo isso que a gente está discutindo em quatro parágrafos. Então, essas sutilezas que podem aparecer tornam difíceis de serem enxergadas, por que você pega um termo ahistórico e a primeira ideia que eu e o professor tivemos foi que existia essa diferença entre descontextualizada e ahistórica, seria decontextualizada - sociedade -, a histórica com relação à história do contexto e agora o que o senhor está chamando a atenção é que ahistórica está relacionada mais com a questão interna da própria ciência, é isso? Tem sentido. |

Apesar de PP ter razão em afirmar que os textos de referência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005) possuem pouco conteúdo, o que realmente dificulta o estudo, isso não é suficiente para justificar o porquê desse equívoco. Talvez, isso pode ter ocorrido por causa do termo "histórico", que leva a pensar a história no sentido historiográfico do termo, ocasionando assim um grave desvio de interpretação.

Depois disso, o professor propôs um novo acordo referente a diferenciação das visões descontextualizada e ahistórica:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 54 | P | Só para encerrar minha participação nessa questão ... talvez para efeito didático nosso aqui, a gente devesse adotar essa distinção, de que esse ahistórico tem a ver com a história interna da própria ciência. O que demandou para a criação daquele conceito? Qual a história daquele conceito? Por que aquele conceito foi criado? Para resolver que tipo de problema? A falta disso refere-se ao ahistórico. E o descontextualizado, como a gente fala contexto histórico, contexto isso ou aquilo, palavra muito maior, muito mais ampla, porque existem vários contextos, então o descontextualizado abrangeria a falta dos aspectos CTS que tem a ver com a política, com financiamento, com os interesses, e isso claro está dentro do histórico, por que estes interesses também são históricos, os grupos são históricos. Mas a gente chamaria isso de contexto. |
| 55 | PP | Sim, e fica mais fácil fazer assim. |
| 56 | P | É ... acho que é por aí. |

Neste momento, observa-se que PP, influenciado por P, conseguiu compreender que a distinção que estavam fazendo era equivocada, inclusive demonstrando que existia uma certa dificuldade em fazê-la (turno 55).

Na sequência, houve um debate sobre esse novo acordo referente à definição das visões descontextualizada e a ahistórica:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 60 | A1 | Pelo que eu entendi o P falando ... assim ... o ahistórico seria então a história que possibilitou a ciência, que em nosso caso seria a mecânica quântica, né? Então aí, eu caracterizei esses três parágrafos pelo seguinte, esse movimento histórico que teve investimento na educação, mesmo que por distante da ciência da mecânica quântica, não foi um movimento histórico que impulsionou e mostrou os problemas que tinha na época dos Estados Unidos, que era falta de investimento. Não posso caracterizar esses três parágrafos como ... ahistóricos? Ou uma desconstrução da visão ahistórica? |
| 62 | A1 | (inint.) mesmo um pouco distante, eu acho que ainda assim eu poderia caracterizar. |
| 63 | PP | É aí que tá ... por isso que as categorias, A1, têm que ser ... tão bem definidas e por isso a preocupação do professor de definir agora quando a gente estava no início, inclusive, da discussão. Porque dentro daquela forma que a gente estava categorizando ... perfeito o que você falou. Se eu categorizar que uma visão ahistórica é uma visão em que se esquece o contexto histórico ... é isso. Eu vou chamar isso de uma visão ahistórica, esquecendo o contexto da Guerra Fria, por exemplo. Só que como o professor está chamando a atenção, o que os autores estão chamando de ahistórica, não é isso em si, isso ele está chamando de descontextualizada, entende? O que o professor está chamando atenção, que ele está chamando de ahistórica é a falta da história interna da ciência. Eu vou te explicar assim ... eu vou explicar equações de Maxwell, aí eu coloco as equações de Maxwell no quadro. Eu não conto a história que levou para chegar nas equações de Maxwell. Eu não conto o que ocorreu dentro da ciência para se alcançar as equações de Maxwell, entende? Qual a história? [...] |

Logo no início do diálogo em destaque, A1 (turnos 60 e 62) demonstrou que, a partir do novo acordo referente às definições das visões, ficou confuso quanto à diferenciação. Vale lembrar, que se trata do mesmo estudante que antes apresentava ter assimilado bem a distinção anterior que vinha sendo feita.

Diante disso, PP tentou explicar o novo acordo (turno 63), mas P percebendo que talvez não fosse suficiente, pediu ao PP que projetasse o artigo de Gil-Pérez *et al*. (2001) para que todos pudessem ler e compreender a definição da visão ahistórica.

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 76 | P | Vamos ler [...] "transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem" ... está falando da aproblemática ... "qual foi sua evolução" ... aí já está falando da ahistórica ... "as dificuldades encontradas e etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual, nem as perspectivas que, entretanto, se abrem". Então quando a gente está falando que a mecânica quântica tinha limitações, que ela era controversa e que isso permitiu que o pessoal extrapolasse, isso sim nós estamos desconstruindo a ahistórica, nós estamos falando de uma ciência histórica. ... |
| 77 | A1 | *Entendi.* |
| 78 | P | ... que tem controvérsia, que tem teorias concorrentes, disputa [...]. |
| 79 | PP | Sim. |
| 80 | P | A falta de todos esses aspectos da construção do conhecimento é que ele está chamando de ahistórico, né? [...] |
| 82 | P | Acho que o CTS é muito mais uma questão sociológica, e ... vem a confusão com a parte histórica, que no caso aqui, uma história mais da ciência mesmo. |
| 83 | PP | Interna. Vamos tratar assim? |
| 84 | P | Vamos fazer essa distinção, por que facilita, senão começa a ter trabalhos redundantes, entendeu? [...]Então vamos tratar o ahistórico como a falta da história interna da ciência, a construção, divergências, discussões que rolaram em torno do conceito. ... Como esses conceitos se desenvolveram, a história de desenvolvimento desse conceito e logicamente ela vai ter que estar atrelada a algum tipo de contexto, que aí é uma abordagem sociológica. |

Observa-se que o professor leu e explicou alguns trechos do texto de Gil-Pérez *et al*. (2001), para depois concluir que iriam seguir com a diferenciação entre as visões como proposta pelo artigo de referência.

Então, realizado esse novo acordo sobre a diferença entre as visões descontextualizada e ahistórica, na 12ª aula, como dito na descrição da intervenção didática houve novamente uma confusão por parte de um estudante referente à diferenciação entre a visão descontextualizada e ahistórica. Após realizar a Leitura 9, PP perguntou quais visões o trecho lido possibilitava descontruir e A5 mencionou:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 64 | A5 | Ahistórica? |

| | | |
|---|---|---|
| 65 | A1 | Visão descontextualizada. |
| 66 | PP | E aí … foi a discussão da aula da semana passada. A3, você levantou o dedo, explique para nós. |
| 67 | A3 | Não … eu não levantei, mas serve, eu coloquei o número um, visão descontextualizada por causa daquilo que a gente acordou, que a visão ahistórica seria de ignorar o contexto histórico dentro da história da ciência e não geral. |
| 68 | A5 | Então, ahistórica teria a ver com a Guerra do Vietnã, só essa parte, não é? Não está associada diretamente … peraí … eu estou enganado agora? |
| 69 | PP | A5 … você veio na aula passada? |
| 70 | A5 | Eu estava … mas agora eu *buguei* aqui também (risos). |
| 71 | PP | Não .. não … (inint.) |
| 72 | P | Talvez você trocou, você esteja trocando … você trocou, o histórico … perdão … o descontextualizado … tem a ver com o contexto histórico … contexto, em volta, e o ahistórico tem a ver com a história da ciência ... |
| 73 | A5 | Ah, ok. |
| 74 | P | … dentro de uma estrutura conceitual, em uma história interna à ciência. Que foi uma crítica que os autores fizeram ao ensino ahistórico, um ensino sem contar história nenhuma da ciência. |
| 75 | A5 | Ok, obrigado. |
| 76 | PP | A5, acho que tem duas palavrinhas aí que são chaves: o externo e o interno. O descontextualizado está preocupado com os aspectos externos à construção do conhecimento científico. O quê que influencia externamente o conhecimento científico? Sociedade, a política, economia … o momento histórico. E o ahistórico, os autores estão preocupados com as questões internas da ciência. Como que as questões internas da ciência se desenvolvem? Qual a história dos conceitos, dos processos, das leis, das teorias, internamente? Porque assim … é aquela ideia de quando vai falar de leis de Newton, "f" igual a "m" vezes "a", cai lá de paraquedas e fala, é isso. Não se mostra nem como que se forma esse conceito internamente na ciência nem tampouco se mostra o contexto externo de formação desse conceito. São visões que estão todas muito relacionadas umas com as outras, mas para ficar melhor definido, para continuarmos nosso trabalho, vamos considerar então descontextualizada, o contexto como um todo e ahistórica, as questões internas da ciência. Beleza, A5? |
| 77 | A5 | Perfeito, foi eu que inverti mesmo na hora de falar. |

Após A1 responder "visão descontextualizada" (turno 65) e A3 explicar a diferença entre as visões descontextualizada e ahistórica (turno 67), A5 demonstrou que ainda estava com dúvida com relação à diferenciação entre essas visões (turnos 68 e 70). Dessa forma, mais uma vez foi necessário que P (turnos 72 e 74) e PP (turno 76) reforçassem a diferenciação acordada na aula anterior, explicando a definição de cada uma das visões de acordo com o referencial que estava sendo adotado (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Como nas aulas seguintes não houve mais dúvidas com relação a isso, foi possível pressupor que o problema fora sanado. Inclusive, durante a integralização da intervenção, no décimo sétimo encontro, após P questionar sobre a diferenciação entre as visões

descontextualizada e ahistórica, A5 respondeu: "[...] A descontextualizada tem diferença da ahistórica, porque a ahistórica diz respeito à história interna do desenvolvimento da ciência. A descontextualizada com a história geral, os eventos que aconteceram, os financiamentos, o contexto macro da história" (turno 149). Isso nos permite concluir que pelo menos este estudante conseguiu compreender o que distinguia uma visão da outra.

Por fim, vale dizer que a opção por apresentar esta categoria primeiro se deve ao fato que para compreender a próxima, torna-se necessário entender como e porque ocorreu o processo de separação das visões deformadas da ciência. Dessa forma, na próxima seção serão apresentadas as possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência a partir da leitura e debate de trechos extraídos de Rocha (2015).

## 4.2 Possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência

### *4.2.1 Possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada*

Uma visão descontextualizada de ciência tem a atividade científica como sendo socialmente neutra, isto é, uma atividade construída de forma imparcial, que segue normas e valores independentes da sociedade (CARRASCOSA *ET AL*., 1993; GIL PÉREZ *ET AL*., 2001; FERNANDEZ *ET AL*., 2002; FERNANDEZ *ET AL*., 2003; FERNANDEZ *ET AL*., 2005; CACHAPUZ *ET AL*., 2005).

A partir da leitura e do debate de Rocha (2015) foi possível perceber a possibilidade de descontrução da visão descontextualizada e mais do que isso, pode-se afirmar que a possibilidade de descontrução dessa visão foi a mais frequente entre todas as possibilidades ocorridas durante a intervenção didática. E isso não poderia ser diferente, posto que Rocha (2015) tem como proposta evidenciar o contexto que envolve o "reencantamento do mundo pela teoria quântica".

Na nona aula, após PP realizar a Leitura 1 e perguntar qual visão deformada da ciência o trecho lido possibilitava descontruir, A4 escreveu no *chat* "*descontextualizada*?" (turno 18). Inicialmente PP não percebeu que ele havia escrito, mas depois, quando viu, ele perguntou a A4 o porquê de ele ter destacado a visão descontextualizada. A4 respondeu:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 62 | A4 | Porque hoje eu já estava com uma mágoa no coração e veio essa fala sua aí, da física quântica e da interpretação errada sobre ela, né? Que aconteceu o coach quântico e eu fiquei pensando até onde que isso seria fruto realmente da ciência |

| | | |
|---|---|---|
| | | e não como um todo ... |
| 64 | A4 | ... que a sociedade mesmo aceita ou não, como por exemplo, eu posso falar hoje que a terra é plana e ser massacrado na internet, mas eu posso falar do meu signo e todo mundo aplaudir e falar que eu estou fazendo a coisa certa. Então a sociedade teve coragem de fazer piada sobre os *coachs* quânticos, mas não tem coragem de falar nada sobre os signos e coisas do tipo. Então, eu vejo assim, que é descontextualizada porque a gente não une a tecnologia, não une a ciência com a sociedade em si e fico pensando até que ponto que a nossa ciência ela tem que ser socialmente aceita? Esse é o meu pensamento sobre ser descontextualizada. |

A4 relacionou "descontextualizada" com a falta de união com a "tecnologia" e com a "sociedade", mas de uma forma confusa, pois usou como argumento as apropriações da teoria quântica e as questões sobre signos do zodíaco. Em seguida, ele questionou se a ciência precisa ser aceita pela sociedade, o que traz uma ideia de neutralidade em sua fala, ou seja, seu discurso reflete uma visão descontextualizada da ciência. Lembrando que pensar em uma possível neutralidade da ciência significa esquecer os impactos deste conhecimento na sociedade, bem como as influências da sociedade no seu desenvolvimento (AULER, 2002).

Nesse momento, não houve essa percepção por parte de PP, levando-o apenas a destacar os elementos apresentados por A4, no sentido de dizer que o debate sobre essas questões era relevante, mas que teriam momentos mais oportunos para se fazer isso a partir da leitura de trechos posteriores do texto de Rocha (2015)[38].

Já no décimo encontro, após PP realizar a Leitura 2 e fazer sua pergunta tradicional sobre a possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência por meio do trecho lido, PP destacou as palavras "família próspera" e "patrocinou", o que levou A1 a dizer: "A visão descontextualizada também … principalmente aí, porque ali ele insere o contexto no qual os pesquisadores estão inseridos, a família deles, naquilo que eles estavam interessados" (turnos 14 e 16).

Como discutido na seção passada, inicialmente PP e P estavam relacionando a visão descontextualizada mais fortemente à falta de atenção a quem financiava a construção do conhecimento científico. Mas, como se sabe, não se trata apenas disso, e sim a omissão sobre o contexto em torno da atividade científica.

Neste mesmo sentido, ainda neste décimo encontro, novamente a especificidade da questão econômica como fundamental para a definição de visão descontextualizada voltou a aparecer. Depois de PP realizar a Leitura 6 e questionar como vinha fazendo após cada leitura, houve o seguinte diálogo:

[38] O debate sobre a relação entre a ciência e outras formas de conhecimento será o alvo da próxima seção.

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 99 | A7 | Descontextualizada. |
| 100 | PP | Certo .. |
| 101 | A7 | ...(inint.) da sociedade, do contexto econômico … entre outros fatores externos à própria ciência em si. |
| 102 | PP | Sim, por que essas pessoas patrocinaram? Inclusive tem um dado novo aqui que a gente vai ver na próxima aula, que tem um patrocínio não só privado de pessoas, de grupos particulares, mas também do governo e a gente vai falar disso na próxima aula. Por que essas pessoas estavam investindo nisso? Tinha interesse em conhecer, tinha interesse em saber quais as implicações que essa teoria quântica poderia trazer, seja para entendimento sobre a parapsicologia ou ciência ou coisa do tipo. Existia um interesse e o interesse era recíproco tanto pelas pessoas que estavam pesquisando tanto pelos patrocinadores, pelos patronos e aí se faz a ciência, a partir desse interesse recíproco de quem está investindo e de quem está fazendo. Ok? […] |

Como se pode observar, A7 até destaca outros “fatores externos” que caracterizam a contextualização da ciência (turno 101), mas mais uma vez, PP evidencia a questão financeira como determinante para caracterizar a possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada (turno 102). Sem dúvida, a exaltação sobre os aspectos relacionados ao investimento em pesquisa serve como uma possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada da ciência, mas como se sabe, não se restringe a isso, pois, como dito, a visão descontextualizada da ciência também envolve a falta de atenção a todo contexto em que a ciência é construída.

Como dito na seção anterior, essa definição que estava sendo adotada perdurou apenas até o 11º encontro. Sendo que, após ocorrer a discussão apresentada na seção passada, PP com o intuito de diagnosticar se os estudantes tinham compreendido a correta definição das visões, questionou:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 109 | PP | [...] vamos ver se está claro. Quando estava falando da crise do Sputnik, do investimento da ciência e na educação científica, acho que é uma coisa importante para nós, que os Estados Unidos promoveram depois da crise do Sputnik, gerando a corrida espacial e isso ajuda então ... agora sim, vamos ver se está claro para todo mundo, a desconstruir qual visão deformada da ciência? |

Em seguida, A5 respondeu “descontextualizada” (turno 114) e PP completou: “Isso, isso ... então é isso. A gente vai colocar todo esse grupo de ideias de entender a ciência dentro de um contexto, seja histórico ou social, como sendo uma possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada” (turno 115).

Já no 12º encontro, após PP realizar a Leitura 9, houve um debate sobre o que estava acontecendo no mundo à época. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 42 | A4 | É porque falou sobre o que estava acontecendo e eu perguntei se era a Guerra Fria que estava acontecendo, porque teve o *boom* de vários cientistas, será que isso ajudou também o Estado a disponibilizar dinheiro? |
| 43 | PP | Sim ... é isso mesmo, o contexto macro de Guerra Fria, e o momento antes da década de 70, que ficou conhecido nos Estados Unidos como crise do Sputnik, é a chamada corrida espacial. Porque é uma Guerra Fria, né? Vamos relembrar que é fria, não é uma guerra propriamente dita. É uma guerra de ideias, de ideologias, de muita propaganda, que mostrava para o mundo quem tinha mais poder, quem era mais desenvolvido e quem podia mais ... qual sistema podia mais [...]. E por isso fria, né? Uma disputa apenas de ideias, de poderes e propaganda. |
| 44 | A4 | Uma piada falando que a Rússia levou o primeiro ser vivo para o espaço, depois o primeiro ser humano, depois o primeiro satélite, não nessa ordem e ela ganhou tudo, de repente os Estados Unidos foi na Lua e então pronto, ganhou ... "somos os campeões". |
| 46 | A5 | *Fez o ultimo gol e foi embora com a bola* |
| 47 | PP | É assim mesmo ... funciona assim. "*Fez o último gol e foi embora com a bola*" (risos) ... é por aí. Então, eu queria só chamar a atenção aqui, antes de ir na visão deformada também ... pós essa crise do Sputnik, pós esse investimento muito alto, houve aqui uma queda muito abrupta desse investimento e tem um ano aqui que é muito importante que eu queria chamar atenção de vocês (PP marcou o ano de 1968), para vocês elencarem coisas que aconteceram nessa época, final dos anos 60 início dos anos 70. O que estava acontecendo? Que tipos de coisas poderiam influenciar essa queda abrupta de investimento na ciência? O que estava acontecendo principalmente nesse lugar, nos Estados Unidos? Vocês lembram? |
| 49 | A4 | Movimento hippie [...]. |
| 50 | A9 | Guerra do Vietnã. |
| 51 | A3 | A Guerra do Vietnã é responsável também pelo movimento hippie que o A4 falou. |
| 52 | PP | Isso, estão indo no caminho. É isso! Quem falou primeiro Guerra do Vietnã? Foi o A9? Não percebi. |
| 53 | P | Guerra do Vietnã está no texto inclusive. |
| 54 | A9 | Isso, está no texto. |
| 55 | PP | [...] Sim, tem a Guerra do Vietnã e tem outras coisas também acontecendo, inclusive protestos contra a Guerra do Vietnã. Vocês falaram de um movimento e esse movimento que vocês falaram estava dentro de um movimento maior inclusive, vocês lembram qual o nome do movimento que teve nessa época? Movimento de contracultura. Já ouviram falar do movimento de contracultura? Era um movimento que lutava contra a Guerra do Vietnã, que pedia por mais liberdades civis, era um movimento muito cultural que envolvia uma expansão de propostas alternativas de vida, também tinha o movimento feminista, que inclusive foi um pouco antes disso, até anotei algumas coisas aqui ... deixa eu pegar aqui ... porque foram vários eventos que ocorreram nessa época, que eu anotei, só um minuto. ... Manifestações contra a Guerra do Vietnã, também nesse ano de 68 teve o assassinato de Martin Luther King, teve a Primavera de Praga, aqui no Brasil teve o AI 5, em 69 teve o Woodstock, a chegada do homem à Lua em 69, Panteras Negras teve a fundação em 66 e a pílula é de 60. Então a gente tem uma época que o mundo questionava várias coisas e, como disse um estudante da turma da tarde: "o mundo estava em debate". E se o mundo estava em debate, se coisas estavam entrando em choque para dizer qual era melhor e qual era pior, vocês acham que isso influenciava na ciência ou não? |
| 57 | A5 | Professor ... só mais uma coisa, acho que o tratado de armas nucleares foi nessa época, não foi? Aquele tratado para ... |
| 58 | PP | Eu teria que pesquisar o ano certinho, mas se alguém puder durante a conversa, pesquisar o ano certinho, mas provavelmente sim. Então é isso, se vocês acham que tudo isso influencia na ciência, a partir desse contexto que nós falamos, que visão deformada que a gente consegue desconstruir? |
| 59 | A4 | *O Tratado de não proliferação de armas nucleares (TNP) é um acordo entre Estados soberanos assinado em 1968, vigorando a partir de 5 de março de 1970.* |

| | | |
|---|---|---|
| 60 | A3 | Só para completar … Gustavo foi em 1970. |
| 61 | PP | O A4 colocou aqui: "tratado de não proliferação de armas nucleares é um acordo entre Estados soberanos assinado em 1968, vigorando a partir de 5 de março de 1970" [...]. |
| 62 | A4 | *wikipedia* |
| 63 | PP | ... é … "wikipedia" … é … então é isso … aí eu volto para a pergunta original de sempre, a partir da leitura desses parágrafos e desse contexto que acabamos de destacar, qual é a visão deformada que a gente consegue desconstruir? |
| 64 | A5 | Ahistórica?[39] |
| 65 | A1 | Visão descontextualizada. |
| 78 | PP | Acho que foi o A1 que falou descontextualizada, então completa aí A1, por que você acha que essas duas partes do texto permitem uma desconstrução de uma visão descontextualizada da ciência? |
| 79 | A1 | Porque ele fala justamente do contexto, do investimento que teve, das propagandas e do movimento valorizando a ciência. O pessoal teve uma alta muito grande em doutores e depois teve uma queda … mostrou a parte social do desemprego também. Então é mais um contexto social que demonstrou esses três parágrafos. |

Pode-se observar no diálogo acima que houve um profícuo debate acerca do contexto da época evidenciado pela Leitura 9. Inicialmente PP provocou uma discussão sobre a Guerra Fria (turno 43), o que levou A4 a questionar a legitimidade da ideia de dominação dos EUA (turno 44). Em seguida, PP perguntou aos estudantes o que estava acontecendo no mundo no final da década de 1960 e início de 1970 (turno 47), fazendo com que os estudantes destacassem "movimento hippie" (turno 49), "Guerra do Vietnã (turno 50) e "tratado de armas nucleares" (turno 57). PP elencou outros pontos (turno 55) e questionou depois disso, qual visão deformada da ciência a discussão ocorrida possibilitava desconstruir (turno 58). A1 (Vitor) respondeu que era a "visão descontextualizada" (turno 65), justificando no turno 79.

Um ponto que chama atenção neste diálogo é a estratégia utilizada por PP. Com o intuito de mostrar a relevância do contexto para a construção do conhecimento científico, ao invés de utilizar a Leitura 9 como fundamentação para se encontrar possibilidades de desconstrução da visão descontextualizada, como feito por A1 (turno 79), PP provocou o debate tentando fazer um levantamento junto aos estudantes sobre eventos ocorridos no final da década de 1960 e início da década de 1970, visto que se trata da época destacada na Leitura 9. Apesar de ter sido uma estratégia que motivou um debate, percebe-se que não houve uma tentativa em mostrar como que os aspectos mencionados no texto lido possibilitava a descontrução da visão descontextualizada, além de não relacionar os elementos elencados pela discussão com uma possível influência desses para o fazer científico.

[39] Como apresentado na seção passada, esse foi mais um momento de confusão entre as definições das visões, que desencadeou a discussão sobre a diferenciação entre as visões descontextualizada e ahistórica (do turno 64 ao turno 78). Entretanto, como essa parte já foi destaque anteriormente, aqui optou-se por suprimi-la.

Dito isso, o debate sobre o papel do contexto para a construção do conhecimento científico voltou a ocorrer no 13º encontro, após a leitura de alguns trechos pré-selecionados por PP da seção 2.6 (Leitura 12).

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 34 | PP | [...] Pois bem ... aproveitando desse resumo aqui deste capítulo, eu queria fazer para vocês uma pergunta especulativa, só para gente depois terminar a leitura, (uma pergunta) que eu fiz para P hoje. Nós temos um crescente desemprego do número de físicos e esses físicos realizavam suas pesquisas e como vocês lembram essas pesquisas tinham como interesse as implicações da teoria quântica, certo? Lembram disso? E o foco principal era a relação entre consciência e teoria quântica e o que fazia a relação disso era o próprio teorema de Bell. Pois bem, quando tem o desemprego em massa desses físicos e eles buscam essas fontes de fomento, essas fontes de fomento têm interesses e esses interesses não naturalmente convergem com os interesses daqueles que estão fazendo a pesquisa. Esses interesses passam por outros interesses e dessa união de interesses, onde se privilegia o interesse daquele que está patrocinando, surgem então as terapêuticas quânticas. Não só disso né, além desses interesses de quem está patrocinando você tem também uma atmosfera ali, que a gente viu ... formada aqui por "professores, antropólogos, parapsicólogos, tanatologistas", que eu não sei o que é, "médiuns, mestres espirituais xamanistas e psíquicos" e muitos outros. Então você tem, como A10 mesmo disse na aula passada, tem uma reunião de pessoas com perspectivas diferentes e isso vai gerar produtos que são um tanto exóticos para o mundo acadêmico. E a pergunta que fiz para P e eu queria fazer para vocês só para gente fazer uma ... brincadeira aqui. Beleza, e se não tivesse acontecido esse desemprego em massa nos Estados Unidos e eles continuassem dentro da academia, vocês acham que eles chegariam nesses mesmos produtos, nessas mesmas terapêuticas quânticas? O que vocês acham? |
| 35 | A10 | Possivelmente teria chegado a produção de alguns produtos, mas não nessa difusão toda quanto as outras áreas aí. |
| 36 | PP | A4 fez assim (PP balançou a cabeça de um lado para outro imitando A4), acho que ele queria falar, mas ele desistiu ... pode falar, A4. |
| 37 | A4 | Eu fiquei tentando imaginar qual seria a melhor frase, a situação faz o ladrão? Porque se os caras estavam lá acomodados com o emprego garantido eles não iam inventar nada disso, né? E eu fiquei pensando, será se … |
| 38 | PP | É o contexto, né? É aquilo que a gente está tentando desconstruir, aquela visão deformada descontextualizada que entende a ciência como neutra, livre de um contexto e não ... as coisas são feitas dentro de um contexto e se o contexto possibilita esse tipo de apropriação da teoria quântica, então que se faça esse tipo de apropriação. Beleza? |
| 42 | A4 | Mas pensando, as pessoas poderiam surgir com a doença que nós temos hoje, a doença do século, a depressão, talvez surgiria a necessidade de nós físicos criarmos alguma coisa do tipo né? Vamos criar a solução agora para isso. Então o problema ia aparecer, né? Aí eu estou gordo e quero emagrecer e ia emagrecer pelo emagrecimento quântico agora ... Vamos desenvolver ainda. |
| 44 | P | Posso? |
| 45 | PP | Sim. |
| 46 | P | Essa pergunta é muito difícil de responder, porque a gente realmente não imagina o que teria sido dessas ideias mirabolantes desses caras se ninguém tivesse dado atenção a eles, principalmente financiamento. Então é difícil. Eu estava falando para PP hoje à tarde que caras como esse Fred Alan Wolf e o próprio Fritjof Capra, eles tinham um talento diferenciado, um talento artístico, de comunicação, um talento comunicativo, do *marketing* e provavelmente com uma capacidade de redação muito boa, de argumentação que não era necessária (na academia). Era um talento desperdiçado dentro só do mundo acadêmico e da física, então talvez para expressar esse talento que eles tinham, eles teriam |

| | | |
|---|---|---|
| | | tentado publicar uma poesia ou outra coisa aqui, mas provavelmente uma dimensão bem menor porque o fato deles ficarem disponíveis, eles não estarem na academia e ficarem disponíveis para fazer isso ... acentuou bastante o desemprego aí fez o papel do tempo livre, do ócio, que se você não tem, você não cria coisas novas ... então se esses caras estivessem metidos na universidade, fechados na universidade, eles teriam trocado alguma ideia e teriam alguma iniciativa nesse sentido, mas assim ... estando livre e tendo mais tempo livre e sendo pago para isso, logicamente acentuou dramaticamente isso, né? Mas eu acho que qualquer chama, mínima, que fosse lançado na sociedade já incendiava. Isso que A4 está falando aí ... o resto do contexto, fora o desemprego, o resto do contexto psicodélico, contestador, inconformado, descontente com a situação social, doentio, muita gente adoecendo ... não é à toa que terapêuticas de todo tipo estava tendo demanda, porque era um adoecimento coletivo mesmo. Então, eu acho que, minimamente, talvez mais lentamente, mais atropeladamente, essas coisas ainda iam acabar escapando e vazando para a sociedade e o bicho também ia pegar nessa procura por terapêuticas e interpretações alheias à universidade, extra, fora, que não pertencem a universidade. |
| 53 | A10 | A questão do desemprego acho que favorece muito mais pela miscigenação de várias outras áreas estarem desempregadas, porque físicos desempregados não é muito novidade, mas os outros aí estarem juntos com os físicos no bonde dos desempregados foi o que favoreceu a grande miscigenação desse movimento. Mas como o professor perguntou, se isso aconteceria ... eu creio que aconteceria também esses questionamentos porque tem um repertório cultural de cada um, mas foi de uma forma mais acentuada porque querendo ou não, vieram pessoas de outras áreas e a questão do desemprego geral veio a somar, a potencializar. |
| 55 | A3 | Sobre a pergunta do P, inclusive complementando um pouco que A10 falou ... até hoje se pratica medicina milenar chinesa, yoga, esse tipo de coisa, então se esse grupo não chegasse, alguém ia chegar porque a fonte continua [...] |
| 58 | PP | Acho que P falou um detalhe que a gente tem que ressaltar sim, que é o contexto histórico que era muito efervescente ... é um momento que tem uma entrada inclusive, que você falou da ... espiritualidade oriental ... é um momento de entrada de uma espiritualidade oriental nos Estados Unidos. Nesse momento se tem uma apropriação do budismo, taoísmo, de toda espiritualidade oriental nos Estados Unidos ... de grande efervescência ... então é uma atmosfera, é o que se fala de espírito de uma época que se criou isso e isso se perpetuou via mercado. |

Como dito anteriormente, a seção 2.6 de Rocha (2015) não foi objeto de uma leitura detalhada como se vinha fazendo, assim, para que não houvesse uma lacuna entre as leituras, PP selecionou alguns trechos que resumiam o conteúdo dessa seção (Leitura 12). Após realizar a leitura desses trechos, PP provocou a classe com uma "pergunta especulativa" (turno 34). A4 ressaltou a questão do desemprego para que os eventos estudados ocorressem (turno 37) e trouxe uma outra possibilidade de contexto relacionado aos dias atuais (turno 42). PP destacou como a leitura do trecho possibilitava a desconstrução da visão descontextualizada da ciência (turno 38) e P (turno 46) chamou a atenção para a importância do ócio como estímulo criativo, além de enfatizar também o contexto da época, aproveitando da fala de A4 (turno 42). Por fim, A10 (turno 53), A3 (turno 55) e PP (turno 58) destacaram a pluralidade de ideias como fator importante para se entender a construção dos "produtos e terapias quânticas".

Como é possível observar, este diálogo ressoa com o que foi dito no primeiro capítulo deste trabalho, ou seja, para uma compreensão mais ampla da ciência é preciso entendê-la como sendo uma atividade humana, que não pode ser desassociada da sociedade. Portanto, não se deve caracterizar os cientistas como seres isolados de influências externas e libertos de suas religiões, valores políticos e econômicos ou de qualquer outro aspecto social (AULER, 2002; LEDERMAN *et al*., 2002).

Já no 15º encontro, após PP realizar a Leitura 15, ele perguntou: "qual é o momento histórico que o trecho lido destaca? O que é que estava acontecendo no mundo de forma macro?" (turno 67). Essas questões levaram ao seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 69 | A11 | Guerra Fria? |
| 70 | PP | Guerra Fria … pode explicar minimamente, A11? O que era a Guerra Fria? |
| 71 | A11 | No final da Segunda Guerra Mundial, a gente tinha duas grandes potenciais que estavam disputando geopoliticamente quem iria mandar no mundo. De um lado tínhamos a União Soviética, que está citando no texto como soviéticos, e do outro lado tínhamos os Estados Unidos. E aí tinham vários tipos de corrida, tinha a corrida armamentista, tinha a corrida espacial e eram todos certos tipos de disputas para falar qual lado que era melhor. |
| 72 | PP | Sim, justamente, esse último ponto é importantíssimo. É uma Guerra Fria, não necessariamente tinha o embate físico … era a ideia de vender qual sistema era o melhor, qual o sistema era o mais habilitado para a civilização humana. Então assim, como é que vocês enxergam a partir do texto a influência desse contexto na construção da parapsicologia? O que é que esse momento histórico contribuiu para que se entendesse a pesquisa em parapsicologia como sendo promisora, como diz o texto? |
| 73 | A11 | Eu acho que é aquela discussão que temos que é: quando que podemos fazer ciência? Quando a gente tem fundos e quando a gente tem interesse em fazer aquilo. |

Novamente, por questionamentos realizados por PP, o diálogo se iniciou com a discussão do contexto que envolvia à época em estudo, mais especificamente sobre a Guerra Fria. A11 trouxe o que ele entende por ter sido esse período histórico (turno 71), o que levou PP a concordar e fazer novas perguntas sobre a influência desse contexto para o crescimento da pesquisa em parapsicologia (turno 72), sendo que o próprio A11 destacou o fator financeiro como preponderante para a realização de pesquisas (turno 73).

Vale aqui sublinhar, que o fato de A11, nesse momento do debate, ter associado a parapsicologia à ciência chama a atenção, mas não se pode afirmar que ele esteja considerando a parapsicologia como ciência ou o contrário, uma vez que a intervenção didática vinha provocando o debate sobre a natureza da ciência desde o seu início e toda a atmosfera criada para isso a partir do contexto histórico em estudo perturbou também as

concepções dos estudantes sobre o que é ciência ou não. De qualquer forma, este ponto não será analisado agora, pois será mais bem tratado na próxima seção.

Na sequência da discussão, o diálogo voltou a se concentrar nos aspectos relacionados à Guerra Fria:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 80 | A9 | É mais uma dúvida mesmo, porque enquanto você estava lendo, eu estava pensando … tipo … o contexto histórico dos Estados Unidos foi bem explicado, desde a época do Sputnik teve tanto investimento em ciência e depois não tinha mais emprego e agora chegando nessa parte também que a União Soviética está fazendo pressão nessa área de pesquisa, os Estados Unidos se sentem na obrigação também de investir. Mas … tipo … qual que é o contexto histórico na União Soviética que fez eles quererem tanto investir nisso? Tipo … de onde que surgiu essa ideia, sabe? Porque é um investimento muito alto e eles não tinham a mesma desculpa dos Estado Unidos que teve a pressão do outro lado, porque eles foram os primeiros … qual seria? O que é que estava acontecendo na União Soviética nessa época? |
| 82 | A7 | *imagine um mundo onde todo governo tivesse interesse em desenvolver ciência básica para contribuir com a sociedade.* |
| 84 | A8 | Só vou levantar uma dúvida aqui que eu acho que eu estou em dúvida … aí vocês, talvez P e PP podem ajudar. Eu vendo por trás, talvez pelo meu conhecimento histórico, a questão da guerra entre eles não seria centralmente econômica, só apenas, não? Tipo … um embate econômico entre um sistema político de governo seja ele capitalista ou socialista não foi isso que provocou ou teve muito mais coisa envolvida? |
| 86 | P | Respondendo a pergunta do A8 … a gente desde então não tinha muita informação do que acontecia dentro da União Soviética, desde a Revolução Russa. Mas assim … o problema não era só uma corrida econômica de desenvolvimento econômico, era uma corrida geopolítica [...]. E … então … concretamente ... a Guerra Fria tinha por trás essa questão da dominação ideológica, mas que redundaria, evidentemente depois, num domínio econômico também [...]. Então, essa corrida ideológica tinha conotação econômica, justamente porque com o avanço de determinado sistema econômico, os países daquele sistema iriam se beneficiar [...]. |
| 87 | PP | Eu acho que o senhor respondeu também o A9 … é difícil A9 a gente falar, porque também não tinha tanta informação, hoje pode ser que tenha, mas eu não li o porquê … eu li o lado dos EUA, e do lado dos EUA é o que a gente está fazendo aqui, tentando entender como que esse movimento surgiu, como que esse movimento surge, inclusive, dentro da nossa área que é a ciência. Então eu não saberia dizer para você qual foi o contexto de surgimento dessas questões na União Soviética … que existia uma pressão dos dois lados sim, mas aí nós já estamos falando do resultado, da utilização disso como espionagem, mas o contexto que levaram os cientistas da União Soviética a pesquisarem isso, eu não sei dizer […]. |
| 91 | PP | [...] o A7 falou assim: "imagina um mundo onde todo o governo tivesse interesse em desenvolver ciência básica para contribuir com a sociedade". E aí eu queria trazer esse elemento da ciência enquanto contribuição para o desenvolvimento da sociedade. A ciência, a ciência em si, fazer ciência básica, fazer ciência … isso significa sociedade desenvolvida? Isso significa o bem para a sociedade? Ciência é sinônimo de progresso? O que é que vocês acham? |
| 96 | A7 | Bom … infelizmente no mundo a gente sempre pode notar os dois lados da coisa. A gente não pode dizer, por exemplo, uma discussão que eu estava vendo assim … claro isso pode ser bem conspiracionista e tal, mas a gente não pode afirmar com toda a certeza, digamos assim, que toda as contribuições que o Elon Musk faz para a tecnologia e para a ciência e os desenvolvimentos que |

| | | |
|---|---|---|
| | | ele faz na empresa dele são com intuito totalmente benéfico. Então, assim … seria maravilhoso se nós tivéssemos sempre essa índole, essa boa índole do desenvolvimento da ciência. Porém, por exemplo, tem fatos como … agora eu esqueci o nome do cara, mas ele ganhou … o Prêmio Nobel … por desenvolver uma substância com nitrato se eu não me engano para fertilizantes. E aí ele começou a administrar isso como um gás na guerra, um gás que entrava nas máscaras e matava os soldados que não tinham um filtro específico para isso. E aí a mulher dele quando soube dessa aplicação cometeu suicídio. E assim … era o velório da esposa do cara acontecendo e ele lá no campo de batalha administrando o uso do gás … cara, isso é macabro, sabe? Bomba em Hiroshima e Nagasaki é um desenvolvimento absurdo … assim … na área de física de partículas, na aplicação … na compreensão do universo, mas poxa … olha assim … como é que eu posso dizer … como foi usada por motivos egoístas, entende? Então, a gente não pode só olhar do ponto de vista de que o ser humano tem uma natureza totalmente boa, infelizmente, a gente também tem impulsos destrutivos. |
| 98 | A4 | Quanto à pergunta se a ciência é evolução, eu lembrei de uma frase que ficou marcado na matéria de Evolução da Física, que mostra que a ciência só foi desenvolvida quando o ser humano se estabeleceu, pois a sociedade teve tempo para pensar. Então, quando eles pararam de ter que correr atrás da comida e da caça começou a sobrar tempo e eles começaram a pensar e fazer ciência. Então eu vejo que sim, a ciência ela traz o progresso … sempre nos países desenvolvidos que sobra recursos, sobra tempo para ciência. Primeiro tem a necessidade básica que é sobreviver e depois quando isso está estabelecido, aí sobra recurso, tempo e pessoas para pensar sobre ciência e tecnologia. |
| 100 | A6 | Olha, a questão da ciência ser evolução ou não, eu acho que é como qualquer coisa que você for parar para analisar de fato sempre tem dois lados, eu acho que a ciência teve um momento da história onde ela teve um lado extremamente negro … que assim … a capacidade científica chegou a ponto de ser capaz de destruir o mundo. Porém, a partir de erros que a gente tem grandes evoluções. Então assim, se você parar para pensar da perspectiva de quando parou de haver guerras … guerras assim … de grandes dimensões, que pequenas guerras acontecem até hoje … e o tanto que a gente evoluiu em poucos anos mostra o quanto a ciência, se usada de maneira correta tem uma evolução exponencial. |

Estimulados por dúvidas levantadas por A9 (turno 80) e A8 (turno 84), P trouxe uma resposta para o questionamento de A8 (turno 86) e PP disse que não tinha conhecimento suficiente para responder A9 (turno 87).

Em seguida, PP aproveitou da fala de A7 (turno 82) para questionar os estudantes a respeito da neutralidade da ciência (turno 91). Em resposta, A7 (turno 96) associou a construção do conhecimento científico a uma certa "natureza humana", relacionando essa "natureza" mais a questão de cada um do que à sociedade que a constrói. Isso pode ser observado nos dois exemplos individuais que ele trouxe em sua fala e na seguinte frase: "a gente não pode só olhar do ponto de vista de que o ser humano tem uma natureza totalmente boa, infelizmente, a gente também tem impulsos destrutivos". Com essa concepção, A7 esquece que o ser humano é um ser social e que a atividade científica incorpora e materializa interesses e desejos da sociedade ou de grupos sociais hegemônicos (AULER, 2002).

Em contrapartida, A4 trouxe para o debate o elemento social (turno 98), em que evidencia a importância da ciência para o desenvolvimento da sociedade, mas sem apresentar o porquê de alguns países terem "tempo e recurso" para se fazer ciência enquanto outros não. Já na fala de A6 (turno 100), o que se pode observar é uma visão ingênua da ciência, pois o estudante associa o conhecimento científico a uma ferramenta que "se usada de maneira correta tem uma evolução exponencial" e que "a partir de erros que a gente tem grandes evoluções".

No fundo, o diálogo acima mostra que há uma ideia de que a ciência é uma entidade que paira sobre as cabeças das pessoas e que pode ser manipulada. Esquece-se, com isso, que a ciência é uma atividade humana e, como tal, é política. Uma nítida demonstração de uma concepção de ciência descontextualizada, que entende a ciência como uma atividade neutra (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005) e que poderia ser utilizada para o bem ou para o mal, a depender de quem a manipula (AULER, 2002).

Ressaltado isso, ainda no seguimento da 15ª aula, após PP perguntar a "quais interesses que a ciência responde? A ciência responde interesse de que? De quem?" (turno 101), houve a seguinte discussão:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 102 | A1 | *Estado* |
| 103 | A7 | *dos governantes* |
| 105 | A1 | Eu não sei muito bem explicar, mas assim o que eu vejo é a ciência seguindo sempre o interesse do Estado, dos governantes como o A7 falou aí, porque como o A7 até tinha falado lá da bomba de Hiroshima e Nagasaki, a ciência é produzida, só porque ela é manipulada por quem pode manipular ela, quem tem condição financeira, quem tem os atributos para poder manejar ela da forma que quer, a liberdade para fazer o que quer dela. |
| 107 | PP | […] Dentro do trecho que nós lemos aqui, houve um incentivo muito grande de pesquisa, muita verba sendo direcionada e isso direcionou a que? Estava servindo a interesse de quem? Essa ciência estava se fazendo com os desejos de quem? Dos próprios cientistas? Os cientistas falaram assim: "eu quero pesquisar isso, eu vou fazer"? |
| 108 | A10 | Bom, são duas perguntas diferentes aí, professor, a primeira é: a ciência serve a interesse de quem? É uma pergunta. E nesse movimento, para quem a ciência estava servindo de interesse? Então nesse movimento eu creio que estava relacionado justamente aos governantes, aquela disputa mesmo da Guerra Fria de tentar mostrar para o mundo quem tinha maior domínio intelectual, então estava servindo diretamente na influência da Guerra Fria. E aí voltando para a outra pergunta que foi feita antes … "a ciência defende qual interesse?". Então, eu creio que a ciência é um conflito de interesses, ou seja, há vários interesses dentro da própria ciência [...]. Então, dentro da própria ciência há diversos conflitos de interesse e aí quando a gente vai olhar para uma visão macro entra questão econômica, entra questão governamental, entra questão ética … o que |

| | | |
|---|---|---|
| | | é certo e o que é errado. Então tem diversos interesses e por isso que é tão difícil fazer ciência porque querendo ou não é um conflito de interesses que acaba barrando diversas inovações [...]. |
| 109 | PP | Eu queria só chamar de volta para o aspecto macro que é o que envolve o texto, que aí ele fala de Estado, governo e chamar atenção para que o interesse está relacionado com quem financia, o interesse está relacionado com quem patrocina. Então … vejam bem … no nosso caso você tinha físicos que tinham um interesse nisso, porque eles queriam pesquisar, discutir as implicações do teorema de Bell e as relações entre física e consciência, nós vimos isso. Só que se eles tivessem só interesse nisso e não tivesse ninguém para pagar, essa pesquisa deles não iria para frente. Então eles encontraram fontes alternativas de fomento que fizeram com que eles desenvolvessem as pesquisas deles. E aqui nós temos um outro grupo, que é um grupo que está mostrando agora um interesse não mais dessas fontes alternativas, mas fontes do Estado. Esse grupo está mostrando que a pesquisa em parapsicologia era importante para o Estado, então quando é importante para o Estado você tem verba e o interesse desse Estado que vai fazer com que esse conhecimento se desenvolva ou não. Por que é que eu chamei atenção do bem e do mal? Porque essa relação, desse contexto com que é feita a ciência, essa relação com a sociedade ela é mais complexa do que essa visão maniqueísta de ciência … o que é a visão maniqueísta de ciência? Por um lado você tem as pessoas que acham que a ciência é sinônimo de progresso, desenvolvimento, de atributos … vamos dizer … bons do ser humano … uma coisa boa do ser humano, como se fosse a natureza boa do ser humano se reflete na ciência. E por outro a ciência diabólica, a ciência é o que causa (o mal) … então assim … por um lado é a ciência que salva o mundo, por outro lado é a ciência que destrói o mundo. E não é bem assim, essa relação é muito complexa e essa relação passa por isso que a gente está conversando que é uma relação de interesses, para quem interessa tal ciência … quem que está financiando. … |
| 111 | PP | … Então a gente tem que fazer esse tipo de pergunta quando vai discutir a natureza da ciência. E aí quando a gente discute a natureza da ciência tem que pensar no contexto em que essa ciência é feita e pensar em um contexto em que a ciência é feita nos permite e aí eu trago o texto novamente, a gente tem um contexto aqui que foi dito de Guerra Fria, a gente tem um contexto em que houve uma corrida espacial e aí essas duas autoras que foram, parece, as primeiras, trouxeram para o lado de cá do muro a ideia de que estava havendo uma corrida parapsicológica também e isso fez com que tivesse fomento, que tivesse financiamento, tivesse dinheiro para esse tipo de pesquisa e isso gerou um interesse na investigação para esse tipo de pesquisa. E então … esses … elementos que o texto nos apresenta sobre interesse do Estado, dos governos, das instituições estatais dos Estados Unidos pela pesquisa em parapsicologia nos permite desconstruir qual visão deformada? |
| 112 | A1 | *Descontextualizada* |
| 116 | PP | [...] A1, comente um pouco. |
| 117 | A1 | Acabou de falar … é o investimento … é o contexto daquela época, então o Estado está ali investindo, estava fomentando as pesquisas, então é o contexto social que estava no intuito do Estado naquela época. |

A1 e A7 responderam no *chat* respectivamente "*Estado*" e "*dos governantes*" (turnos 102 e 103), sendo que A1 completou sua fala relacionando esses dois elementos a questão do investimento financeiro como determinante para se produzir ciência (turno 105).

Dessa forma, não satisfeito com as respostas, PP insistiu em questionar sobre a quem interessa a construção do conhecimento científico, tentando trazer o conteúdo do trecho

lido para o debate (turno 107). A10 afirmou que o que estava à época determinando o desenvolvimento da ciência era o contexto da Guerra Fria e colocou mais a frente a ciência como uma atividade que está inserida em um "conflito de interesses" (108). PP concordou com A10 e fez uma espécie de síntese do debate em questão (turnos 109 e 111).

Neste diálogo, vale frisar a fala de PP (turno 109) com respeito à ideia maniqueísta de ciência, que tem, de um lado, o conhecimento científico como garantidor do progresso e, de outro, como responsável pela atual deterioração do planeta. (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Como expresso por PP, tal dicotomia esvazia o debate, pois deixa de evidenciar os fatores políticos e econômicos por trás da construção do conhecimento científico (AULER, 2002), indicando que a ciência seria uma espécie de entidade neutra a ser acessada. Em oposição a essa concepção, não se pode esquecer que, para se pensar sobre a natureza da ciência, é preciso ressaltar os aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos presentes em cada época.

Posto isso e retomando o que foi dito anteriormente, a possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada da ciência foi a mais frequente a partir da leitura e debate de Rocha (2015). Quando questionados por P, durante a integralização da intervenção didática na 17ª aula, sobre quais visões deformadas da ciência eram as mais evidentes de serem desconstruídas a partir da leitura realizada, A5 disse: "a descontextualizada, que o tempo inteiro emerge o que está acontecendo no momento … deixa claro todos os fatores ao redor, quem participou [...]" (turno 31), e A3 afirmou: "a abordagem que ele usa na construção do próprio artigo coloca a descontextualizada toda hora na sua cara [...]" (turno 32). De fato, A3 está correto, na medida em que Rocha (2015) tem como objetivo apresentar o contexto que envolve o "reencantamento do mundo pela teoria quântica", o que facilita o trabalho de buscar possibilidades de descontrução da visão descontextualizada da ciência a partir da leitura de sua tese.

### *4.2.2 Possibilidade de desconstrução da visão individualista*

A visão individualista da ciência traz consigo a ideia de "grandes gênios" como únicos responsáveis pela construção do conhecimento científico, ignorando-se a importância da coletividade para a ciência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005;

CACHAPUZ *et al*., 2005). Dessa forma, esquece-se do papel da comunidade científica para a construção e validação do conhecimento científico.

Diferente da possibilidade de desconstrução da visão descontextualizada da ciência, que gerou um grande número de discussões e com graus de complexidade maiores, a possibilidade de desconstrução da visão individualista da ciência ocorreu de forma mais direta e discreta. Logo na primeira aula de leitura e debate do texto de Rocha (2015), no nono encontro, após a realização da Leitura 1, a possibilidade de descontrução da visão individualita foi a primeira a ser mencionada. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 09 | PP | [...] vejam bem ... aqui nesse parágrafo, você olhando pra esse parágrafo, você vê que tem várias visões deformadas da ciência que nós podemos desconstruir. E aí eu passo a vez para vocês ... quais elementos que existem nesse parágrafo que nos permitem desconstruir visões deformadas da ciência e quais são essas visões deformadas dessa ciência, dentre todas aquelas que a gente discutiu nas últimas semanas? |
| 10 | A1 | A visão individualista, né? |
| 11 | PP | Então vamos lá, vamos ampliar ... o que significa uma visão individualista da ciência, A1 ... |
| 12 | P | *Colinha?* |
| 13 | PP | ... ou quem quiser responder? |
| 14 | A1 | Uma ciência que não trabalha em grupos, que é feita por um cientista isolado, um gênio e aqui bem na primeira linha já cita pelo menos três pessoas aí que trabalharam em conjunto e num projeto, né? |

Após a pergunta de PP (turno 09), A1 imediatamente respondeu sobre a possibilidade de desconstrução da visão individualista (turno 10). Fato que chama a atenção, pois esta possibilidade de desconstrução foi identificada mesmo antes de PP disponibilizar a "colinha" contendo o nome das visões deformadas da ciência que foram separadas para serem trabalhadas durante a leitura e debate de Rocha (2015).

Em seguida, PP questionou o porquê dessa categorização (turnos 11 e 13), sendo novamente respondido por A1 no turno 14. Como se pode notar, PP apenas perguntou qual era o significado de uma visão individualista da ciência e obteve não apenas a resposta, mas também como o texto possibilitava a descontrução dessa visão, o que indica a facilidade de se desconstruir a visão individualista da ciência a partir da leitura e do debate de Rocha (2015).

Assim, pode-se supor que o entendimento da ciência enquanto atividade coletiva seja uma ideia compreendida pelos estudantes. Até mesmo A6, que apresentou uma visão ingênua da ciência em alguns momentos da intervenção didática, como mostrado na subseção passada, na 13ª aula, após a realização da Leitura 11, destacou: "você vê que todos os

trabalhos são acompanhados de vários autores e tem uma presença não só de um Eu na construção da história, mas sim de vários Eus produzindo algo" (turno 26).

### *4.2.3 Possibilidade de desconstrução da visão elitista*

A visão elitista da ciência compreende a ciência como sendo um domínio reservado aos homens, brancos, heterossexuais e ricos, transmitindo uma noção equivocada sobre a natureza da ciência, carregada de discriminações sociais, racistas e sexistas. Não se tem um esforço em mostrar a ciência como uma construção que envolve homens e mulheres das mais diversas etnias e classes (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005)

Durante a intervenção didática, a possibilidade de desconstrução dessa visão, diferente da anterior, ocorreu em mais momentos e se mostrou mais complexa. No final do nono encontro, após discussões realizadas em cima da Leitura 1, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 126 | PP | […] a gente já identificou que o parágrafo permite desconstruir uma visão individualista e uma visão aproblemática. Eu estou falando explicitamente, tá gente? Também permite desconstruir uma visão ateórica … explicitamente a gente tem essas três e tem mais uma que eu identifico assim explícitamente, que aí talvez dá uma discussão grande porque é muito sutil. Alguém? Mais uma … eu vou marcar (PP destaca o nome de Elizabeth Rauscher) … viram o que é que eu marquei ou não? E aí? |
| 127 | A6 | Realmente a questão da mulher na ciência aí. |
| 128 | A1 | Elitista? |
| 129 | PP | Então, essa é uma questão que gera uma discussão que eu estive lendo algumas coisas nos últimos dias de uma amiga minha que trabalha com movimento feminista na ciência, que eu queria chamar a atenção porque ela tem uma sutileza muito complicada de se entender, porque … vamos lá … então … vocês já entenderam que a presença da Elizabeth Rauscher ajuda a desconstruir uma visão elitista da ciência, certo? Porque tem a presença de uma mulher, certo? … |
| 131 | PP | … daí a minha pergunta é … deixa eu ver se eu consigo chegar com vocês numa conclusão sobre essa visão elitista, né? … A ciência não é elitista? Porque para você ver, nós contamos acho que seis nesse parágrafo e tinha uma mulher … as mulheres … [...] compõem metade da população, então não teria que ter três e três? Por que é que tem uma só? Ou seja, a gente lê que o restante do texto vai aparecer lá 20 nomes e vai ter uma mulher. E aí a pergunta é: a ciência não é elitista? E aí eu vou deixar vocês conversando e no final eu sintetizo o que vocês falarem. Tá? … |
| 134 | A4 | Justamente com esse dado, eu pego um aqui agora, nós somos 20 e não tem nenhuma mulher agora representando a ciência aqui nessa sala. Aí eu comecei a ter essa visão quando eu fiquei pai de duas meninas, o que é que eu posso fazer com isso? E qual a culpa que a sociedade tem e o porquê que a gente pode culpar não ter mulheres, né? Olha só a nossa sala não tem ninguém aqui e onde é que está o erro? Será que é elitista a escolha delas? Nós somos homens … |

| | | |
|---|---|---|
| 136 | A5 | … discutindo problema de mulheres e acho meio estranho. |
| 138 | A7 | Tem algumas coisas bem interessantes sobre isso. Assim, em alguns momentos da vida, a gente para bastante para pensar exatamente sobre isso. E teve uma palestra também antes da pandemia que estava começando … eu acho que era toda terça-feira a cada duas semanas ia ter uma mulher palestrando no IF sobre os trabalhos dela … como foi a trajetória dela na ciência … se eu não me engano foi até a professora Andreia que palestrou a primeira vez e única, porque depois não teve mais. E aí ela estava falando que na época que ela foi fazer o doutorado dela senão me engano, ela foi para a Europa, e lá eles têm um programa de doutorado exclusivo para mulheres, como forma de incentivo, inclusive, eles têm um prêmio exclusivo também para a categoria feminina, também como forma de incentivo, sabe? Lá você ter um filho não vai te impedir de você produzir ciência, assim você ser mãe solteira [...] lá, eles têm tipo … uma creche onde você vai lá, deixa o seu filho e vai para o seu laboratório, vai lá para a sua sala, vai fazer o seu trabalho e eles cuidam dentro das universidades, sabe? Exclusivamente para esse tipo de situação. Então assim, no Brasil quando você falou: "será que é só no Brasil?". Então assim, no quesito Brasil pelo menos em relação a essas universidades que tem todo esse apoio, a gente está bem atrás, porque aqui eu nunca escutei em programa de doutorado que incentiva as mulheres a entrarem na carreira científica, nunca escutei sobre uma iniciativa governamental ou até mesmo privada em relação a isso […]. |
| 144 | A1 | Acho que não só o governo, como o A7 citou aí, as vezes até dentro aqui da faculdade nós temos as vezes um ensino elitista, por exemplo, minha namorada está fazendo história da matemática, agora finalizando o curso e o trabalho final seria escrever sobre cientistas homens. Ela listou uma lista de cientistas todos homens que contribuíram para a história da matemática, então tem esse distanciamento aí das mulheres para o ensino. E ela também participa desse movimento feminista aí dentro da matemática, inclusive, o TCC dela quebrou alguns requisitos da ABNT que são machistas […]. Então assim, são vários elementos que fazem distanciamento e dificuldade para as mulheres estarem aqui dentro da sala de aula hoje com a gente. |

Como se pode perceber no turno 126, para que os estudantes lembrassem da possibilidade de descontrução da visão elitista da ciência foi necessário que PP destacasse o nome de Elizabeth Rauscher. Feito isso, imediatamente A6 mencionou a "questão da mulher" e A1 perguntou se seria "elitista" (turnos 127 e 128). Com isso, PP provocou: "A presença da Elizabeth Rauscher ajuda a desconstruir uma visão elitista da ciência, certo? Porque tem a presença de uma mulher, certo? [...] Mas a ciência não é elitista?" (turnos 129 e 130).

Na sequência, os estudantes em suas falas deram mostras que entendem a atividade científica como sendo uma atividade elitista, trazendo alguns elementos de seus cotidianos que corroboram essa ideia. A4 chamou a atenção para o fato de a sala, naquele momento, não ter nenhuma mulher e que passou a pensar sobre a pauta feminista a partir do momento que teve filhas (turno 134), A7 trouxe para o debate a experiência de uma professora no exterior, destacando as diferenças existentes no incentivo ao acesso e a permanência das mulheres na universidade (turno 141) e A1 destacou a luta feminista dentro da universidade (turno 144).

Com isso, pode-se afirmar que o diálogo sobre o elitismo na ciência motivou os estudantes a pensarem em suas próprias realidades. Postura esta que se intensificou e que pode ser melhor visualizada no diálogo abaixo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 146 | A4 | Eu não esqueço quando nós fomos recebidos, o pessoal foi fazer lá a recepção dos calouros e o grande discurso dos veteranos lá na sala dos calouros foi: "gente, não desiste!". Aí essa frase ficou martelando na minha cabeça até os dias de hoje e eu queria ter a oportunidade de entrar em um dos cursos que se dizem aí de elite … engenharias, direito, medicina e saber se os veteranos entram lá dentro da sala falando esse mesmo discurso motivacional de "gente, não desiste do curso". Não só por conta que eu estou querendo tirar … assim essa fala … mulher, porque eu não sou mulher e tudo mais, se eu for levar para esse lado sempre vai ter, igual a fala do A7, alguém falando: "você não sabe o que é sentir". Então ali eu senti, né? Poxa, estou num curso que possui um dos menores pontos de corte … não é um curso de elite e a motivação foi: "não desista do curso". Então já entrei falando assim: "poxa, o que eu devo esperar desse curso de ser tão ruim assim para os veteranos falarem 'não desiste desse curso'?". [...] |
| 158 | A7 | Sobre essa questão que o A4 falou aí, […] eu nunca vou esquecer do dia que teve a recepção dos calouros, inclusive, foi no dia que o Stephen Hawking morreu … foi o meu primeiro dia de aula. Eu nunca vou esquecer quando eu cheguei lá e eles disseram: "o trote é o próprio curso". Assim … eu achei engraçado, mas poxa eu me senti triste, sabe? É uma coisa que eu amo muito, que é física. Poxa, sou apaixonado, vivo minha vida para isso hoje e aí a pessoa soltar essa, sabe? Do curso. "Já que você acha isso, muda então, cara". Fiquei revoltado quando o cara falou aquilo, sabe? E assim, comparando a isso, também tem aquele … agora eu me esqueci o nome daquele professor de laboratório que é italiano eu acho … ele uma vez estava numa palestra … |
| 160 | A7 | … ele estava contando como que foi a trajetória dele, ele disse que lá na Europa, você querer ser físico, você querer entrar numa faculdade de física é algo de prestigio, é você ser um Deus para a sociedade, para os seus familiares, sabe? Enquanto que aqui é motivo de chacota … é você entrar num trote e não num curso, sabe? Esse tipo de coisa, poxa! […] |
| 174 | A6 | [...] Um exemplo que a ciência é desvalorizada desde a infância é na escola. Quando você pergunta para um aluno: "o que é que você acha que um professor de física faz?" Aí o aluno fala: "ele ensina matemática". "Matemática? Mas professor de física ele não ensina ciência?". "Não, mas … física não é matemática? Não é matemática com texto?" Então assim … quando você chega na universidade você já chega frustrado, você se frustra mais ainda quando você vê lá que mesmo você sendo aquele que se destaca na escola por gostar, você não vai ter a valorização que você deveria ter, o apoio que você deveria ter para continuar trazendo essa ciência. |

A4 destacou o próprio curso de Física como sendo um ambiente não pertencente à elite (turno 146), A7, mais uma vez, comparou a realidade brasileira com outro país do exterior, mas agora no que tange ao "querer ser físico" (turno 160), e A6 mencionou a desvalorização da ciência na escola e a falta de apoio da universidade (turno 174).

Aqui é importante salientar que a partir do momento em que a discussão teve como foco a exclusão e invisibilização das mulheres e demais pessoas pertencentes a grupos sociais historicamente excluídos, os estudantes buscaram em suas próprias histórias

momentos que evidenciavam a exclusão e opressão, pois enxergaram nesses momentos injustiças sociais.

Em meio a esse debate, PP aproveitou para provocar: “se a gente está falando que a ciência é elitista como é que a gente fala que a visão elitista é uma visão deformada?” (turno 151). Entretanto, não houve tentativas de respostas para esta pergunta por parte dos estudantes. Então, PP trouxe uma resposta e, em seguida, finalizou a aula. Segue o momento em que isso ocorreu:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 181 | PP | … Então, a visão deformada entende que a ciência não é um espaço para mulher, para negro, para homossexual, para pobres, certo? Ou seja, naturaliza a situação … trata-se como uma situação natural … é virar assim e dizer: “a mulher não tem dom para matemática, mulher não tem habilidade para fazer física”. Então, você está naturalizando algo que é social, por que é que é social? [...] As mulheres entraram na universidade apenas a partir do final do século 19 para início do século 20 … e os negros? Os negros estavam escravizados até tempos atrás. Então … se tem uma questão social por trás disso que impossibilitou o acesso desse povo na ciência, e aí você dizer isso, dizer assim que: “a ciência é elitista por uma questão social e não por uma questão natural” … é de certa forma você já desconstruir uma visão elitista. Porque quando você desconstrói essa visão elitista no sentido de falar assim: “não é natural, isso não é natural, você pode fazer ciência se você quiser e você deve fazer ciência se você quiser … aquilo ali é espaço para mulher, é espaço para negro, é espaço para homossexual, é espaço para pobre, é espaço para todo mundo” … quando você fala isso, você desnaturaliza essa situação, você mostra para aquela pessoa que aquele é um espaço acessível. Então é por isso que é importante você desconstruir uma visão elitista, porque desconstruir uma visão elitista é mostrar para as pessoas que aquilo não é um dom divino, aquilo não é algo pré-determinado, pré-estabelecido. Não, aquilo ali é um lugar para homens e para mulheres, entende a sutileza? … Era isso. |
| 187 | P | Boa noite, gente! Já registrei a presença, estão liberados aí. |
| 188 | PP | Tchau, tchau … até semana que vem. |
| 189 | P | Até. |
| 190 | A1 | Profesor … o PP disse que tem um paradoxo entre a visão elitista e a palavra deformada, eu não entendi muito bem o paradoxo que ele tinha falado aí. |
| 191 | P | O paradoxo era assim … nós estamos falando que a visão é deformada, mas estamos vendo que a ciência é mesmo elitista, então afinal é deformada ou é real? Esse foi o paradoxo dele. Nós estamos chamando de deformada, mas na prática a ciência é elitista … então ela não é deformada, ela é real. Mas o que a gente está falando aqui é que existe essa cultura de uma visão elitista que acaba provocando a situação do elitismo, então essa concepção de que a ciência é feita por poucas pessoas influencia na própria realidade, nós estamos vendo a realidade acontecer porque a gente pensa de uma forma deformada … essa que é a solução do paradoxo, tudo bem? |
| 192 | A1 | Beleza, entendi, valeu. |
| 193 | P | Falou. |

Como se pode perceber, após P encerrar a aula, A1 permaneceu conectado à sala de aula remota, pois tinha ficado com dúvidas (turnos 190 e 195), o que levou P a responder

A1 (turno 191). Como o PP não estava mais em sala, ele não participou desse último diálogo. Mas, após ver a gravação da nona aula, na aula seguinte ele iniciou o décimo encontro da intervenção didática retomando sua explicação:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 07 | PP | [...] é o seguinte ... aconteceu uma coisa muito interessante, eu esqueci a gravação ligada na aula passada e toda vez eu pego a gravação no outro dia para fazer o meu diário de pesquisa ... e aí eu vi que o A1 perguntou sobre aquilo que eu falei muito rapidamente na aula passada, sobre a questão da visão elitista da ciência ao professor. Eu fiquei imaginando se outras pessoas também não teriam tido a mesma dúvida, que vocês chamaram até de paradoxo, que é o fato da visão elitista da ciência a gente considerar como uma visão deformada ao mesmo tempo que a gente entende que a ciência é elitista. Como é que isso pode ser deformado? Então vou tentar explicar novamente aqui de uma forma mais profunda para ver se vocês conseguem entender, tudo bem? ... |
| 09 | PP | ... Então ... assim … a gente parte da ideia que todo sistema, todo sistema econômico, ele faz de tudo para se manter. Se vocês lembrarem na época do feudalismo, para se passar para o capitalismo, para haver a mudança não foi pacificamente, foram necessárias revoluções, porque aquele sistema econômico fazia de tudo para se manter. Então, para se manter no poder, o sistema ele cria várias armas e uma delas é a ideologia. Ideologia que eu estou tratando como uma falsa consciência ou falsificação da realidade, né? O que é isso? Quer dizer que o sistema, o sistema econômico para se manter, ele cria ideias que ao serem assimiladas, por isso é falsa consciência ou falsificação da realidade, ao serem assimiladas, as pessoas passam a entender aquela ideia, que é falsa, como sendo a verdadeira realidade. E é com esse sentido que enquadramos a visão elitista da ciência como uma visão deformada da ciência, pois ela cria no imaginário popular, a ideia de que a ciência é feita por poucos, naturalmente … é um dom divino de algumas pessoas que foram escolhidas para se fazer ciência e a consequência disso é que se mantém poucas pessoas fazendo ciência, o que ajuda a manter o sistema em pé, porque se o conhecimento é poder, se o conhecimento possibilita que esse sistema permaneça como está, então é interessante que tenham poucas pessoas com acesso a esse conhecimento. Então percebam vocês … o grande desafio … desconstruir uma visão elitista da ciência, ou seja, mostrar para as pessoas que isso não é natural, que as pessoas podem fazer ciência, que atividade científica é para todas e todos, é um primeiro passo para eliminar o próprio elitismo da ciência. Então … é uma visão deformada, que precisa ser desconstruída para eliminar algo maior, certo? A partir do momento que as pessoas tiverem consciência que elas têm o direito de fazer ciência, que atividade científica é uma atividade para todos e todas, você aumentará a quantidade de pessoas ligadas à ciência e diminuirá seu carácter elitista. Então assim … resumindo … o que que eu quero dizer é que uma visão elitista da ciência é uma falsa realidade criada para ajudar a manter o elitismo na ciência. [...] |

De fato, como já dito, o sistema capitalista cria ideias que, ao serem compreendidas pela população, passam a serem vistas como a verdadeira realidade das coisas. E é com esse sentido que se pode enquadrar a visão elitista da ciência como uma visão deformada da ciência, pois cria-se no imaginário popular a ideia de que a ciência é naturalmente feita por poucos (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Ainda no décimo encontro, após a Leitura 2, seguida da pergunta tradicional que PP vinha realizando, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 25 | A8 | Eu percebi tanto na visão elitista que eles convidaram um nome que ele não é formado em física e ele ajudou a desenvolver as pesquisas, ou seja, dentro da questão elitista, de elitizar ser cientista apenas aqueles que estão padronizados dentro de um curso ou de um diploma, sendo que na verdade não necessariamente para você ser um cientista você precisa estar enquadrado necessariamente num cargo, numa função, num diploma … acho que mais ou menos, não sei se isto está certo, foi o que eu percebi. |
| 26 | PP | Cara, que impressionante! Eu não tinha pensado nisso, nem eu e nem o professor … a gente não tinha pensado nisso. Realmente, cara … realmente … o Saul-Paul Sirag aqui (PP marcou no texto o nome dele), ele era um estudante de física, mas ele não era um *PhD* como os outros. Geralmente é o que você falou. É preciso de uma bagagem para ser reconhecido e ter uma voz ativa dentro de um grupo científico e tal. É muito interessante. Perfeito, para mim foi perfeito, não sei o que que o professor acha, para mim foi perfeito … apresenta muito bem isso que nós estamos falando. |
| 27 | A13[40] | Desculpa … pegando o gancho que o colega disse, a questão do elitismo na ciência. Em todas as ciências não só na física, existe uma busca histórica sobre pessoas que tem diplomas, sabe? Que você tem um papel que comprove que você sabe aquilo que você está dizendo para você ter credibilidade perante a sociedade científica, entendeu? Fora da academia isso tanto faz, tanto faz você ter um diploma ou não, a sabedoria social ela fica acima do diploma das pessoas. É muito interessante que vocês na física estudem isso, para desconstruir essa questão de não se precisar ter, por exemplo, um doutorado para poder conseguir discutir minimamente sobre a física que está presente na nossa vida em todos os momentos, nós usamos a física na nossa vida e a gente nem percebe e não tem diploma, não estudei, não estudo a física, mas é muito perceptível … isso é muito interesante … essa discussão que vocês fazem é muito interessante. |

Como se pode reparar, A8 trouxe para o debate sobre o elitismo na ciência (turno 25) um elemento que não era esperado por PP (turno 26). Decerto, o fato da necessidade de uma educação formal para ser reconhecido enquanto cientista também denota um caráter elitista da ciência, pois como disse A13 (turno 27) isso faz com que, por exemplo, se devalorize os saberes populares tão importantes para formação cultural das pessoas.

Neste sentido, vale relembrar, que o trabalho de Rocha (2015) tinha como premissa evidenciar pessoas e grupos que foram marginalizados pela Academia, o que facilitou a busca por possibilidades de desconstrução da visão elitista da ciência.

Por fim, durante a integralização da intervenção didática, no 17º encontro, a visão elitista da ciência voltou a ser destaque, após questionamento de P a respeito do que os estudantes se lembravam das discussões sobre esta visão. Segue o diálogo:

[40] A13 não era estudante do curso de Licenciatura em Física, tampouco estava matriculada na disciplina. Ela apenas assistiu algumas aulas por ter interesse no assunto.

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 84 | A1 | A elitista seria uma visão machista, que mostra que só os homens, os gêneros do sexo masculino produzem a ciência. Ele nega as mulheres na produção do conhecimento científico. |
| 85 | P | Não só o masculino, tinha (inint) |
| 86 | A1 | (Inint) as mulheres, para estudar a construção da ciência, desconstrói a visão elitista da ciência. |
| 87 | P | Isso … era por aí. |
| 88 | A4 | Professor? Aquele episódio do Faraday também, que ele não tinha nenhuma formação acadêmica, também pega essa elitista? |
| 89 | A12 | *A elitista é exclusivamente relacionada ao genêro ou também a contextos raciais?* |
| 90 | P | Eu considero que sim, porque existe um elitismo que é implícito também, que é em relação a você se dar bem no meio acadêmico (levanta a mão e faz aspas). Você é selecionado (levanta a mão e faz aspas), você constitui uma elite intelectual (levanta a mão e faz aspas), quando você pertence ao meio acadêmico. O Faraday é uma exceção nesse contexto, porque ele não fazia parte dessa elite, a trajetória dele não foi a mesma de muitos outros, que foi a trajetória via academia. Eu considero que sim. [...] |
| 95 | PP | O A12 [...] perguntou assim: "a elitista é exclusivamente relacionada a gênero ou também a contextos raciais?". |
| 96 | P | O que você mesmo acha, A12 , pela nossa conversa aqui? … Cadê ele? |
| 97 | A12 | *Estou sem microfone* |
| 98 | P | Está sem microfone? Escreve aí. Você acha que o que nós falamos aqui envolve a discriminação racial também? |
| 99 | A2 | *Econômico também* |
| 100 | A12 | *Mas acredito que esteja diretamente relacionada ... contexto tanto racial quanto a gênero* |
| 104 | A4 | Eu insisti nessa questão do Faraday quando você passou falando sobre fazer ciência sem ter um título, sem estar frequentando academia, porque eu vejo isso muito no serviço. Às vezes o cara está fazendo um mestrado, já está andando com o nariz em pé falando que é mestrando. Tipo: "eu sou mestrando, você é ralé". Aí quando descobre que você ainda está cursando, aí que exclui mesmo, sabe? Tem esse elitista assim também, né? |
| 105 | P | É uma concepção elitista também. É uma concepção de que a ciência é para poucos. Você não tem direito. Se você não é dessa elite, você mal tem direito. O A12 já respondeu que … realmente …ele também entende que o racial faz parte dessa mesma discussão. [...] |

Novamente o diálogo começou evidenciando a questão da mulher, até porque é com relação ao gênero que a leitura e o debate de Rocha (2015) possibilitaram mais explicitamente a desconstrução da visão elitista da ciência, entretanto a discussão não se concentrou apenas nesse exemplo de elitização. Após pergunta de A4 (turno 88), P destacou que a história de Michael Faraday possibilitava a descontrução de uma visão elitista da ciência (turno 90). A12 trouxe para o debate a questão racial (turnos 89 e 100), e A2 também mencionou a questão econômica (turno 99).

Ademais, assim como já havia ocorrido antes, a fala de A4 (turno 104) demonstra que ao se tocar em temas de opressão e exclusão, isso faz com os estudantes percebam e reflitam sobre momentos em que se sentiram excluídos e oprimidos. Algo já esperado, dado

que a ciência, a escola e a universidade apenas refletem uma sociedade construída em princípios machistas, racistas, sexistas e de grande desigualdade social (SILVA, 2013).

### *4.2.4 Possibilidade de desconstrução da visão aproblemática*

Esta é uma visão que ignora o papel dos problemas para a construção do conhecimento científico. Com isso, esquece-se de que todo conhecimento é resposta a uma questão (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

No nono encontro, após a Leitura 1 e o debate sobre as visões descontextualizada, ateórica, individualista e empírica – indutivista, PP questionou: "como que surge a ciência? Como se constrói? Como se inicia a construção de algum conhecimento científico?" (turno 85). E a partir dessas perguntas houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 86 | A2 | Análise e observação? |
| 87 | A5 | Do problema? |
| 88 | A1 | Teoria? |
| 89 | PP | A5 mandou bem, manda lá A5 … o que é que você falou? |
| 90 | A5 | Do problema, que eles falam ali … deixa eu ver… eu estava até lendo sobre isso, que eles estavam querendo resolver … unir o interesse deles … era sobre a relação entre a física e a consciência, então ela não é aproblemática, eles tinham um problema que eles tinham um foco em resolver. […] |
| 123 | A5 | […] antes de eu responder sobre a questão da aproblemática, eu estava meio que pensando: essa relação entre física e consciência me parece que isso aqui é um tema que eles escolheram a partir de um problema maior que tinham na época, então eu não sei … tipo … o interesse pela possível relação entre a física e a consciência é realmente o problema ou isso é um tema de interesse que eles escolheram a partir de um problema maior que estava na sociedade? É isso que eu quero entender. |
| 124 | PP | É complicada essa pergunta, porque o problema também … as vezes a sociedade que impõe o problema para a ciência, mas o problema em si, eu vou te falar, que foi até um trecho que eu li ontem, o problema em si … a relação entre física e consciência ele é mais antigo que isso inclusive, ele é de 1930 … os primeiros físicos que lançaram essa ideia de que … aí está relacionado com aquele problema da medição, do colapso de onda, lembra? Então … os primeiros físicos foram London e Bauer, na última aula, eu acho que eu até li um trecho para vocês, eles lançaram a ideia de que a consciência que determinava o objeto quântico, né? Então .... desde então … quando lançaram essa ideia isso se tornou um problema e aí, realmente, essa consciência … qual que é a relação dessa consciência com a teoria quântica? Existe relação, não existe? Então o problema para a física, no interior da física, ele existe e existe desde antes disso, agora o porquê que esse problema foi relevante nessa época e que levou esse povo a estudar isso, aí você tem total razão, aí tem todo um contexto … beleza? |
| 125 | A5 | Entendi, obrigado. |

Como se observa acima, PP não perguntou a A2 e A1 sobre o que eles queriam dizer com “análise e observação” (turno 86) e “teoria” (turno 88), perdendo a oportunidade de iniciar a discussão a partir da concepção dos estudantes. Diferentemente disso, ele deu destaque para a resposta que ele avaliava como sendo a correta (turno 89). Em seguida, A5 justificou a sua resposta anterior (turno 90) e posteriormente fez uma pergunta que aprofundou o debate (turno 123).

Por certo, o trabalho de Rocha (2015) menciona alguns problemas que guiavam as pesquisas do grupo em estudo, em especial sobre a relação entre a consciência e a teoria quântica, o que foi imprescindível para a realização do debate sobre o papel dos problemas para a construção do conhecimento científico, bem como a indicação desses aspectos como possibilidade de descontrução da visão aproblemática da ciência.

Isso fica mais evidente na décima aula, quando essa possibilidade de desconstrução foi mencionada de forma espontânea por A9, após a Leitura 4. A9 disse:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 79 | A9 | Você estava passando e citou que eles estavam pesquisando sobre a teoria das variáveis ocultas. Isso acaba levando a visão aproblemática, porque a teoria das variáveis ocultas é aquela que defendia que a mecânica quântica estava incompleta, que na verdade essa natureza dela estatística era por conta dessa ausência de algumas variáveis e esse foi um problema grande da mecânica quântica por muito tempo … nessa parte eu acredito que seja essa visão distorcida. |

PP concordou com A9 de que a presença no trecho lido do termo “variáveis ocultas” possibilitava a desconstrução de uma visão aproblemática, pois a (in)completude da teoria quântica era realmente um problema que vinha sendo investigado no interior da física.

Já no 11º encontro, depois da discussão referente à definição das visões descontextualizada e ahistórica apresentadas na primeira seção deste capítulo, A1 pediu a P que fornecesse exemplos no texto que evidenciassem a possibilidade de descontrução das visões ahistórica, aproblemática e descontextualizada. No que concerne a aproblemática houve o seguinte debate:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 98 | P | [...] aproblemático seria ignorar qual foi exatamente o problema, então a gente está falando da desigualdade do Bell, mas falamos rapidamente naquela introdução qual era o problema. Aqui, este texto em especial, ele não fica remoendo novamente o problema, já está mais avançado, está discutindo já as consequências do teorema de Bell sem situar efetivamente qual o problema lá dentro da física. Mas, por outro lado, está colocando o problema, acho que o PP já falou aqui, que estava rolando na época, que era assim, as pessoas estavam inconformadas em saber, principalmente com a psiquiatria, psicanálise e aquela contribuição tando de Freud quanto de Jung, que renasce nesses anos 60 aí, |

| | | |
|---|---|---|
| | | queriam saber se a consciência podia ser mais bem explorada, se a gente não está perdendo tempo e oportunidade de usar o que nossa consciência tem de potencial. Então isso foi um problema científico, da neurologia, da medicina, da psiquiatria, da psicologia e acabou caindo aqui na física. É um problema interdisciplinar [...]. |
| 103 | PP | Só completar, A1, tem um outro ponto que nós destacamos na primeira aula que a gente começou a ler esse texto e eu lembro até como estava escrito: "interesse entre física e consciência", você lembra que nós destacamos isso? Porque esse é um outro problema, um outro problema que reverbera com todos esses problemas que o professor está dizendo. |
| 104 | P | Eu incluo o meu nesse aí, o problema que eu falei, eu incluo nesse aí. A relação da consciência [...]. |
| 105 | PP | Isso, porque tinha uma hipótese né e essa hipótese era de 1930, que é bem antiga, que é resposta ao problema da medição, que é um problema original da teoria quântica e que segundo essa hipótese seria resolvido pela consciência. Era uma hipótese no interior da própria física ... quem determinaria a medição de um objeto quântico seria a consciência. Então, a influência da consciência nas medições da teoria quântica também era um problema e se juntar todos esses tipos de problema ... e é esse tipo de problema que gera esse tipo de pesquisa que a gente está lendo, entende? |
| 106 | A1 | Entendi, ficou claro. Valeu. |

Como se pode observar, P e PP, a partir do questionamento feito por A1, indicaram como o texto de Rocha (2015) possibilitava a desconstrução de uma visão aproblemática da ciência, dando continuidade às discussões que haviam sido realizadas nas aulas anteriores. P destacou a questão que envolvia a busca pelo entendimento sobre a consciência humana em diversas áreas do conhecimento (turno 98) e mencionou o problema da (in)completude da teoria quântica (turno 102). Em seguida, PP completou a fala de P relacionando esses dois pontos como sendo o problema que envolvia a física e a consciência (turnos 103 e 105).

Como dito por P (turno 98), apesar de Rocha (2015) não se debruçar sobre as questões internas da teoria quântica, como o problema apontado por PP (turno 105), o simples fato de mencionar essas questões foi o suficiente para provocar uma discussão a respeito do papel do problema para a construção do conhecimento científico e como este entra em ressonância com outros problemas da sociedade.

Nesse mesmo sentido, no 12º encontro, após debate a respeito da visão descontextualizada da ciência, PP retomou essa discussão. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 80 | PP | […] aqui eu só queria, para a gente continuar a leitura, […] concentrar nesse último parágrafo, que quando se teve uma queda do investimento estatal na ciência, essas pessoas começaram a buscar … está até aqui … "fonte de fomento alternativa" (PP destaca no texto) e aqui foram os principais patrocinadores: "Arthur Young, Henry Dakin, Werner Erhard, Michael Murphy, George Koopman e Charles Brandon" (PP destaca no texto os nomes) que financiaram esse grupo […] que se reunia no *Fundamental Fysiks Group* e a partir disso se |

| | | |
|---|---|---|
| | | tem esse investimento … um investimento alternativo e isso envolve o que, né? Quando se tem investimento, quando há alguém ou alguma instituição ou o governo investindo em alguma coisa, tem o que? Tem o interesse, né? E qual que é esse interesse? Qual é o interesse aqui por trás? “Perseguirem seus interesses de pesquisa”, aqui fala, mas a gente viu anteriormente, só para relembrar, qual o interesse desses grupos e dessas pessoas em fazerem essas pesquisas? Vocês lembram? |
| 81 | A1 | Desenvolvimento tecnológico. |
| 82 | PP | Alguém mais? … Qual o interesse desse grupo que nós estamos estudando, e que eles foram buscar nessas fontes alternativas aqui? |
| 83 | A3 | Entender a consciência humana … entender mais a consciência humana. |
| 85 | A10 | Professor, o senhor perguntou sobre o interesse da formação do grupo ou deles buscarem esse apoio alternativo? |
| 86 | PP | Boa pergunta, vamos discutir. Se alguém quiser responder à pergunta do A10. Olha só, ele falou assim: "que tiveram interesse da formação do grupo ou interesse de buscar as fontes?", como isso funciona? Como essa união entre esses fatores funcionam? Interesse mútuo, A10, interesse das pessoas que estão pesquisando e aqui as pessoas … |
| 88 | PP | … são físicos e esses físicos estão com um problema e esse problema é tanto interno da ciência quanto externo. Por que você sabe que é um problema externo também? Porque você tem fonte alternativa querendo saber a resposta desse problema. Então quando você tem fonte externa querendo saber a reposta do problema, então você sabe que esse problema incomoda não somente as pessoas dentro da física, esse problema incomoda um certo grupo de pessoas fora da física também, porque se for um problema só do cientista … vamos supor que só o cientista tem o problema e só ele está curioso para resolver aquilo, você acha que ele vai conseguir dinheiro para manter sua pesquisa? |
| 89 | A10 | Não mesmo. |
| 90 | PP | Não mesmo, né? Então esse problema tem que fazer sentido para outras pessoas e principalmente tem que fazer sentido para quem tem o dinheiro. E as pessoas que são esses patronos, que estamos lendo e vamos continuar lendo, esse problema … essa relação entre consciência, física e teoria quântica era interessante dentro da perspectiva de mundo que eles tinham. Saber o quão que isso se relacionava e quais as implicações da teoria quântica para as coisas da consciência. Então era um interesse mútuo. |
| 91 | A10 | Tranquilo, tranquilo. |

Mais uma vez o foco da discussão se concentrou em como os problemas no interior da ciência estão contextualizados com os problemas da sociedade. Inicialmente, PP questionou sobre quais os interesses estavam por trás das pesquisas realizadas pelo grupo em discussão (turno 80), sendo respondido por A1 (turno 81) e A3 (turno 83). Contudo, PP não deu atenção a essas respostas, perdendo novamente a oportunidade de iniciar a discussão a partir dos elementos levantos pelos estudantes. Em seguida, após questionamento de A10 (turno 85), PP explicou que o problema existente sobre o papel da consciência humana era um problema externo e interno à física e que é justamente por isso que foi possível que o grupo em questão encontrasse fomento para suas pesquisas (turnos 86, 88 e 90).

Com isso, percebe-se neste diálogo o quanto as possibilidades de descontrução das diferentes visões deformadas da ciência estão relacionadas umas com as outras. A partir do momento em que PP fala sobre a importância do contexto para a construção do

conhecimento científico (turno 80), isso gera a possibilidade de discutir a respeito dos problemas existentes à época (turno 90), bem como a necessidade de fomento para que esses problemas fossem investigados (turno 88).

Já no 14º encontro, após a Leitura 14 e PP perguntar sobre quais visões deformadas da ciência o texto lido possibilitava descontruir, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 186 | A5 | Acho que eu escolhi a mais fácil, porque o que mais tem na mecânica quântica é problema, né? Então, a desconstrução ali, pelo menos pelo que eu vi aqui desse diagrama (Figura 4), tem até ali os três grandes problemões ali, que culminam em tratamentos diferentes da ciência. Então tem o problema de localidade, o problema de objetividade e […] o problema da mecânica quântica no geral. Então tem ali os problemas bem especificados e o que a ciência toma de rumo para tratar cada uma dessas questões. |
| 196 | P | […] eu acho que a questão do aproblemático é justamente, como o A5 argumentou … nesse modo de contar a história aqui, está dizendo que existe um problema sem revolver. [...] Então quando você faz um quadro (Figura 4) como esse aí, com "e" ou "ou" possibilidades de resolução, você está reconhecendo que os problemas estão aí, estão abertos. […] |

Tanto A5 quanto P destacaram alguns elementos presentes na Figura 4 como sendo possibilidades de desconstrução da visão aproblemática da ciência. A5 mencionou os "grandes problemas" existentes no quadro de referência e P destacou a chave "e/ou" como indicadora de que existem problemas abertos para a pesquisa. Sem dúvida, a Figura 4 foi um importante elemento presente na tese de Rocha (2015) como possibilidade de desconstrução da visão aproblemática da ciência, pois trata-se de um quadro que contém uma linha histórica sobre os principais conceitos e hipóteses da teoria quântica, o que possibilitou uma melhor visualização da existência de inúmeros problemas no interior dessa teoria, como apontado por A5 (turno 186).

Dito isso, pode-se afirmar, que a leitura e o debate de Rocha (2015) possibilitaram evidenciar o papel dos problemas para a construção da ciência, destacando o desenvolvimento dinâmico deste conhecimento, de suas dúvidas, erros, acertos e limitações, isto é, a ciência como um exercício de muita criatividade e ousadia, que tenta buscar sempre resoluções para seus problemas (PRAIA *et al*., 2002).

### *4.2.5 Possibilidade de desconstrução da visão ahistórica*

A visão ahistórica é uma visão deformada da ciência que apresenta o conhecimento científico sem mostrar a evolução, as limitações e as dificuldades encontradas ao longo da história do desenvolvimento de determinado conceito, experiência ou qualquer

outro elemento científico (CARRASCOSA *et al.*, 1993; GIL PÉREZ *et al.*, 2001; FERNANDEZ *et al.*, 2002; FERNANDEZ *et al.*, 2003; FERNANDEZ *et al.*, 2005; CACHAPUZ *et al.*, 2005).

A possibilidade de desconstrução dessa visão a partir da leitura e do debate de Rocha (2015) ocorreu de uma forma distinta das outras, posto que o trabalho de Rocha (2015) não se atém às discussões conceituais da ciência, pois não foi o objetivo do autor. Dessa forma, para além dos problemas tidos com a definição da visão ahistórica apresentados na primeira seção deste capítulo, as discussões a respeito das questões internas da ciência foram realizadas algumas vezes sem que PP ou P utilizassem disso como argumento para mostrar uma possível desconstrução dessa visão.

Isso pode ser notado no décimo quarto encontro:

| | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 85 | A8 | Eu me perdi um pouco … é que ele fala assim: "a fim de discutirem as implicações filosóficas da teoria quântica". O que seriam essas implicações? Dá para o senhor dar um panorama dessas implicações filosóficas da teoria quântica? Porque eu viajei aqui legal. |
| 86 | PP | É … quando fala "implicações filosóficas da teoria quântica" é porque está discutindo, A8, isso que a gente está fazendo aqui inclusive, está discutindo a natureza da teoria quântica, o que que tem por trás desse objeto estudado pela física, essa teoria. O que tem por trás dos objetos estudados pela teórica quântica? Como eles se comportam? Quais as implicações dessas concepções que temos desses objetos? É estudar a filosofia da teoria quântica. As implicações filosóficas da teoria quântica é estudar a própria natureza da teoria quântica … o senhor quer completar professor? |
| 91 | P | […] A questão filosófica que está bastante em pauta desse momento de construção da mecânica quântica, ela tem a ver com o realismo … essa dificuldade de fazer medidas exatas que a mecânica quântica trouxe para a física. A mecânica quântica é essencialmente probabilística, estatística, então não permite aquelas medidas diretas que a física clássica costumava fazer. Esse problema que foi chamado depois de problema da medida, colocou em questionamento a própria realidade dos conceitos que estavam sendo construídos ali. [...] Então esse problema é o fundamento mais crítico da mecânica quântica … é o próprio realismo … e por mexer no realismo ele mexeu em um monte de outras coisas que os caras estão derivando aí … na consciência, na possibilidade da própria parapsicologia, da interferência à distância de um corpo quântico em outro corpo quântico, que foi toda essa problemática aí, né? […]. |

Como se pode constatar, não se trata de uma discussão sobre as questões estitramente históricas, mas sim sobre uma questão filosófica. Mas como não existe nos textos de referências (CARRASCOSA *et al.*, 1993; GIL PÉREZ *et al.*, 2001; FERNANDEZ *et al.*, 2002; FERNANDEZ *et al.*, 2003; FERNANDEZ *et al.*, 2005; CACHAPUZ *et al.*, 2005) algo relacionado a uma possível visão afilosófica, pode-se supor que a falta do debate sobre as questões epistêmicas em torno da construção de conceitos e teorias esteja incluída pelos

autores na “visão aproblemática e ahistórica” da ciência, o que também é coerente com o a concepção adotada aqui no trabalho que entende a história e filosofia da ciência de forma complementar.

Dito isso, no que tange ao diálogo como possibilidade de desconstrução da visão ahistórica, percebe-se que tanto PP quanto P apenas responderam à pergunta (turnos 86 e 91) feita por A8 (turno 85), mas sem explicitar que realizar essa discussão é o que possibilitaria a descontrução de uma visão ahistórica da ciência.

Essa mesma postura pode ser observada no 14º encontro:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 30 | PP | [...] E aí pessoal, alguém se habilita a relembrar alguma coisa que já falamos aqui sobre o teorema de Bell? |
| 31 | P | A gente discutiu no início da disciplina sobre a mecânica quântica e a gente falou de passagem do paradoxo EPR e do teorema de Bell. Hoje a gente vai falar bastante do teorema de Bell, então a gente está preocupada em saber se foi compreendido, se está sendo compreendido realmente. Alguém se habilita a expressar o que compreendeu? Tanto do EPR quanto do teorema de Bell, o que os dois tem a ver um com o outro? Que história é essa aí? |
| 35 | P | E então, pessoal. Bora A9, você não se habilita não? Foi pego de surpresa, né? |
| 36 | A15 | *Não me lembro !* |
| 37 | A9 | Eu sou meio tímido em relação a quântica, viu? |
| 39 | PP | O A15 pôs “não lembro”. |
| 48 | A6 | Mas a pergunta é como fazer uma relação entre o teorema de Bell e o paradoxo EPR? |
| 49 | P | É. E o que vocês estão entendendo do que é. A gente vai falar hoje um monte do teorema de Bell, mas a gente está preocupado em saber se aquele momento que a gente discutiu com vocês foi suficiente para dar uma mínima compreensão do que se trata. |
| 66 | PP | Eu vou compartilhar aqui o texto, aí eu leio e depois a gente conversa. |
| 67 | P | É esse para crianças? |
| 68 | PP | É. Ele não é tão grande. Esse aqui é um texto do Osvaldo Pessoa Junior ... esse aqui não tem na apostila, esse aqui eu trouxe só para hoje mesmo ... pelo que eu entendi era um blog que ele tinha, ele desativou esse blog ... tem até o link do blog no material que ele montou ... ele desativou esse blog e salvou os textos e deixou em uma página dele, aí eu peguei e é um punhado de textos, escritos para blog, né? Mas é o Osvaldo Pessoa Junior escrevendo, então tem um rigor conceitual muito bom. (PP realizou a leitura do texto – Leitura 13). |
| 74 | A7 | Então … achei interessante a última proposta, sabe, a número três. Porque se você for pensar na natureza probabilística da teoria quântica, faz sentido existir probabilisticamente duas partículas que não têm relação nenhuma entre si, diretamente se comunicando, mas que possuem alterações de estado ou propriedades comuns. [...] |
| 75 | P | O problema é assim. Olhando essa terceira versão que o autor apresentou aqui da paixão à distância, eu acho que ela até ... eu acho que ela tem uma das hipóteses mais razoáveis, vamos dizer assim, que não me parece magoar ninguém, tipo assim … |
| 76 | PP | Menos contra intuitiva. |
| 79 | P | É. Porque é o seguinte: você falar que existe o estado quântico, olha só … a ideia aqui é saber se esse estado quântico, antes de ser medido, existe ou não. Essa é a questão do realismo. O estado quântico antes de ser medido, existe ou |

| | | |
|---|---|---|
| | | não? É o que tem a ver com a questão da superposição. Os estados superpostos existem ou não existem? Essa é a dúvida, se algo é realista ou não é realista. Mas se você considerar, em principio que ela existe, qualquer que ela seja … dois sistemas emaranhados sempre vão estar repetindo a sequência de mudanças de forma coincidente a não perder nenhuma propriedade de conservação … não importa saber o porquê que aconteceu isso, mas se for verdade, se a gente aceitar dessa forma, não precisa de ação à distância. Por quê? Porque cada uma delas faria a sua sequência de mudanças, operaria a sua sequência de mudanças entre os estados possíveis, entre os estados superpostos … mudaria de superposição aleatoriamente, em parte aleatoriamente, mas de uma maneira que cada uma delas fizesse isso igualzinho a outra. Então, se isso acontecesse, mesmo sem conversar uma com a outra, quando você medisse, elas iam estar conservando, ter conservado a paridade ... o emaranhamento em qualquer momento. Desde que então elas fizessem isso de uma forma ordenada. Agora, como a gente não tem a menor noção do que é realmente que está acontecendo lá, a gente não sabe se esse estado emaranhado, se esse estado superposto significa que a partícula fica mudando de estado lá dentro, fica mudando de configuração de acordo com as possibilidades que a superposição indica ou se ela não fica. Se ela não tem nenhuma lógica interna dela, para ela estar em um estado ou outro. E vem daí a preocupação das variáveis ocultas do Bohm. Porque o Bohm fala assim: "nós não sabemos qual é o estado superposto antes de medir porque nós não conhecemos as variáveis que estão ocultas lá dentro, e nem vamos conhecer, porque elas estão dobradas, elas estão ocultas, elas estão configuradas de uma forma que elas podem até existir, mas a gente não sabe qual é, não vai conseguir saber qual é". Então, me parece que aceitar que elas mudam independentemente, mas de uma mesma maneira, com uma mesma sequência, seria mais realista, uma interpretação mais realista, do que pensar que se alguma mudar, ela tem que comunicar a outra o que aconteceu. Nós estamos aceitando que ao mudar de situação da superposição de um estado para outro, ela comunica essa mudança para a outra partícula. Então para isso, teria que acontecer que não haveria nenhuma sequência lógica anterior para essas mudanças. Cada uma estaria sofrendo mudanças completamente indiscriminadamente e quando a gente fosse medir - olha que loucura - e quando ela precisasse colapsar e fixar uma delas, ela comunicasse a outra em qual que ela estava quando a gente mediu. Então, eu não tinha ouvido essa terceira possibilidade, mas agora lendo ela, eu achei mais razoável do que a comunicação instantânea. Eu nunca vi uma pesquisa sobre isso, mas acho que muitos físicos que não estão concordando com essa ação à distância, estão aceitando essa possibilidade. |

Como se pode perceber, antes mesmo de retomar a leitura e discussão de Rocha (2015), P e PP iniciaram o 14º encontro questionando os estudantes sobre o quê eles entendiam a respeito do teorema de Bell (turnos 30 e 31). Como não houve resposta satisfatória, eles então realizaram a leitura de texto "Teorema de Bell para Crianças" de Osvaldo Pessoa Jr (2007-2011), a fim de discutirem novamente o teorema de Bell (turno 68). Em seguida houve uma discussão a respeito das interpretações da teoria quântica, mas sem que P ou PP trouxessem esse debate como argumento para uma possível descontrução da visão ahistórica da ciência. Como dito, apesar de o debate, em torno da interpretação do teorema de Bell, ter sido inicialmente provocado pela leitura de Rocha (2015), para se fazer uma discussão sobre as questões internas da ciência foi necessário a adoção de outro referencial (PESSOA Jr, 2007 – 2011), pois o trabalho de Rocha (2015) apenas faz menções às questões conceituais em torno da teoria quântica, mas sem contemplar esse debate.

Dessa forma, foram poucos os momentos em que explicitamente se utilizou da leitura e debate de Rocha (2015) como possibilidade de descontrução da visão histórica da ciência. Um desses momentos ocorreu na 11ª aula. Após a discussão apresentada na primeira seção deste capítulo, sobre a diferenciação entre as visões descontextualizada e ahistórica, A1 pediu exemplos no texto que evidenciassem as diferenças entre as visões ahistórica, aproblemática e descontextualizada. E no que concerne a visão ahistórica, houve a seguinte resposta:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 96 | P | [...] A abordagem histórica seria situar essa discussão do nascimento da parapsicologia, dentro do movimento de instabilidade dos conceitos da mecânica quântica. Por que foi possível surgir a parapsicologia? Porque a mecânica quântica tinha uma lacuna, uma controvérsia interna que permitiu extrapolar a questão do emaranhamento, de poder haver comunicação entre dois corpos sem nenhum tipo de ação concreta à distância e instantânea inclusive, gerou todo um contexto de possibilidades para que a parapsicologia começasse a emergir. Então esse seria o contexto histórico, que combate o ahistórico, que o texto desmonta, porque ele vai atrás de saber porque que os caras conseguiram se apropriar da mecânica quântica. Como eles conseguiram se apropriar. |
| 97 | PP | Eu coloquei uma parte aqui professor que eu tinha sublinhado antes: "Entre as várias razões, comumente alegadas, para o renascimento do debate em fundamentos da teoria quântica dentro da academia, os experimentos sobre o Teorema de Bell desempenham papel fundamental. E também neste caso, como experimento de Clauser em Berkeley, nota-se o pioneirismo destes físicos." |
| 98 | P | Isso ... esse aí seria um exemplo de histórico, que o contrário seria ahistórico. [...] |

Como se pode observar, houve apenas uma menção de Rocha (2015) sobre as questões históricas inerentes à construção da teoria quântica, até porque, como dito, este não era o objetivo do autor. Dessa forma, tornou-se complicado encontrar possibilidades da descontrução da visão ahistórica da ciência a partir da leitura e debate de Rocha (2015).

Um dos raros momentos em que isso ocorreu foi no 14º encontro. Após a Leitura 14, PP questionou quais visões deformadas da ciência o texto lido possibilitava descontruir, sendo respondido por A7 que disse acumulativa e de crescimento linear. Entretanto, apesar de esse comentário ter gerado uma discussão a respeito da visão acumulativa e de crescimento linear e que será tratado mais a frente, P não concordou com a indicação de A7. Segundo P:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 180 | P | […] Eu acho que isso que você está falando tem muito a ver com o acumulativo e de crescimento linear, mas no caso ela é mais especificamente [...] a ahistórica. Porque, justamente a questão do ser ahistórica é que ignora essa relação entre os cientistas, essas divergências … esse movimento. Talvez quando você viu a palavra linear, você associou a inexistência desse movimento de trocas. Então, eu acho que a sua observação, o jeito que você argumentou, está mais ligada ao ahistórico. O acumulativo seria dizer assim: "um usou o que o outro fez e nunca |

| | | |
|---|---|---|
| | | contestou, nunca foi para trás, nunca foi para frente, nunca foi para o lado. Foi só crescendo, crescendo, crescendo". E aí para descontruir a gente teria que citar algum exemplo de alguma coisa que teve que derrubar a outra para sobreviver e não foi acumulativa. Então, nesse caso aqui, esses caras não estão necessariamente derrubando a teoria quântica para criar uma outra. Eles estão fazendo uma adaptação, eles estão fazendo conjecturas e criando uma nova leitura para uma coisa, mas não necessariamente estão desmontando a teoria anterior. Então não estão necessariamente negando a teoria anterior. Eles estão usando uma interpretação até cogitável cientificamente, mas não estão negando a teoria. Então por isso que não se enquadrariam muito bem na questão acumulativa … de desconstrução do acumulativo. Só isso. Seria mais na ahistórica. |

De fato, a Leitura 14, mais especificamente o quadro da Figura 4, evidencia mais as questões ligadas a história interna da teoria quântica do que uma possível revolução/ruptura de conhecimento, que seria o caso de uma possibilidade de descontrução da visão acumulativa e de crescimento linear. Embora existam relações entre as visões deformadas da ciência, cada uma delas possui alguma especificidade, tal como expresso por P no que tange a diferença entre a visão ahistória e a visão acumulativa e de crescimento linear (turno 180). Inclusive, por causa dessas especificidades que neste trabalho optou-se por separar as visões antes de ler e debater Rocha (2015), pois o que se pode observar é que, a depender do momento da leitura, uma visão se destaca mais que outra.

Depois disso, a visão ahistórica da ciência só voltou a ser mencionada, como possibilidade de desconstrução, durante a integralização da intervenção didática, no 17º encontro. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 153 | A3 | O que eu consigo encaixar nessa questão da ahistórica, dentro do que a gente estudou é o teorema de Bell … que só houve o desenvolvimento de toda essa questão do fomento, depois da divulgação do teorema de Bell. |
| 154 | P | Isso mesmo. O teorema de Bell era uma coisa bem resolvida ou mal resolvida entre os físicos, A3? |
| 155 | A3 | Muito mal resolvida. |
| 156 | P | Era uma coisa muito mal resolvida. |
| 157 | A2 | Tão resolvida quanto a quântica (risos) |
| 158 | P | Exatamente. Até hoje, a quântica tem pontos ainda questionáveis, ainda temos controvérsias. Essa do tratamento de dois sistemas quânticos é ainda, pode se dizer, não resolvida. Não é consensual, mesmo com uma evidência experimental da desigualdade de Bell não se fechou a questão. Não é uma questão fechada. A desigualdade de Bell só argumenta que a mecânica quântica no seu bojo matemático, na sua abordagem matemática, ela admite, ela assume uma não localidade. Ela tolera a não localidade. Só isso que provou. Mas se a gente disser que a matemática da mecânica quântica também está furada, então o teorema de Bell também não vale para nada. Então, situamos como o episódio do reencantamento desconstrói ahistórica? Acho que sim. Tem que situar historicamente o problema científico também, para a gente entender o próprio episódio do reencantamento e das terapias quânticas, a própria parapsicologia também. […] |

Apesar de esse diálogo indicar que o debate ocorrido durante a intervenção didática possibilitaria a descontrução de uma visão ahistórica da ciência, seria preciso mais ferramentas, para além da análise apresentada aqui, para afimar isso. Dado que, como dito, durante a intervenção didática, as discussões a respeito das questões internas da ciência foram realizadas algumas vezes sem que PP ou P utilizassem da leitura e debate de Rocha (2015) como argumento para mostrar uma possível desconstrução da visão ahistórica da ciência, diferentemente das outras possibilidades de descontrução apresentadas anteriormente. E isso não poderia ser diferente, pois Rocha (2015) não teve o objetivo de discutir as questões internas da ciência, portanto, não se trata do referencial mais apropriado para se buscar possibilidades de descontrução da visão ahistórica.

### *4.2.6 Possibilidade de desconstrução da visão acumulativa e de crescimento linear*

Uma visão acumulativa e de crescimento linear da ciência trata a construção do conhecimento científico como se fosse a construção de um prédio, em que cada cientista iria depositando o seu "tijolinho" de forma progressiva e contínua, possibilitando a construção de um suposto edifício sólido e indestrutível.

Nesta concepção, o "progresso" da ciência ocorre quando teorias ulteriores preveem e explicam mais que suas predecessoras. Uma nova teoria é a ampliação de uma primeira, abarcando os êxitos e corrigindo os erros. Assim, o desenvolvimento científico aparece como sendo um acúmulo de boas ideias e fruto de um crescimento sempre progressivo.

A possibilidade de desconstrução dessa visão a partir da leitura e debate de Rocha (2015), assim como a anterior, também não foi tão frequente; provavelmente pelo mesmo motivo apontado na subseção anterior, pois o texto de Rocha (2015) não aponta as revoluções e rupturas ocorridas durante a contrução do conhecimento científico.

No décimo encontro, após a Leitura 5, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 97 | A7 | […] A ciência não é uma missão de RPG que você vai completando as pequenas partes e vai aparecendo a barrinha … tipo … 2%, 7% e vai aumentando. A gente vai construindo e construindo a partir do que a gente vai conhecendo, né? Só que a gente nunca vai chegar no 100%, porque a gente não sabe qual é o 100%. A gente está meio que a deriva no oceano infinito … a gente não sabe quando é que chegou no limite máximo do que a gente pode, do que é possível conhecer sobre o universo. Então assim, essa pergunta sobre a física quântica, será que a |

| | | |
|---|---|---|
| | | teoria está esgotada ou será que está faltando alguma coisa? Isso é interessante por causa disso. Como que você vai saber se ela foi esgotada ao seu máximo, foi extraído tudo da física quântica, sabe? Isso é uma implicação filosófica sobre a natureza da ciência que eu acho demais, porque assim, para mim, no caso, eu vou morrer e vou até o último dia da minha vida e eu vou estar lá lendo sobre descobertas científicas, porque até hoje a gente não sabe qual é o limite. |
| 98 | PP | Eu só queria aproveitar um gancho para usar sua fala como uma desconstrução de uma visão deformada da ciência que é a acumulativa e de crescimento linear, que é aquilo que você disse: "a ciência não é construída em barrinhas igual um RPG que vai do 0 ao 100% linearmente". Mas, eu só queria completar a analogia e dizer assim, que vai do zero e vai crescendo, crescendo e chega um momento que volta para o zero, entende? Tudo aquilo que foi construído sofre uma ruptura e as coisas recomeçam em um outro ponto, porque aquilo que foi construido, não é que se acabou, ele se mostrou limitado. Um exemplo disso é a própria teoria quântica ou a mecânica de newton e a mecânica einsteiniana … sofreu sua ruptura na forma de se conceber e aquilo que se tinha antes ganhou uma certa limitação. Não estou dizendo que estava errada, mas se tornou limitado e desde então se começa um novo processo de RPG, até que chega em um momento que isso se mostra limitado também e se começa um outro processo, ou seja, as coisas não são lineares, são feitas, utilizando um termo de Kuhn, por revoluções. Só completando sua analogia que foi boa … beleza? […] |

A7 iniciou sua fala dando mostras que iria questionar a linearidade da ciência, que não concorda que seja igual "uma missão de RPG". Contudo, em seguida, ele demonstrou que sua indagação não é contrária à linearidade da ciência em si, mas sim ao fato de que é impossível o conhecimento científico alcançar toda a realidade (turno 97). De certa forma, pode-se até conjecturar, a partir da fala dele, que A7 compreende a ciência como um processo de acumulação linear de conhecimento, em especial quando ele diz: "a gente vai construindo e construindo a partir do que a gente vai conhecendo" (turno 97). Com isso, PP aproveitou da fala de A7 para incrementar a analogia realizada pelo estudante a fim de enquadrá-la como uma possível descontrução da visão acumulativa e de crescimento linear (turno 98).

No 14º encontro, após a leitura 14, PP questionou quais visões deformadas da ciência o texto lido possibilitava descontruir e A7 respondeu que seria a a visão acumulativa e de crescimento linear. Desencadeando o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 172 | PP | Eu queria só antes de passar a fala para os outros colegas […] só para a gente definir melhor o que é o acumulativo e de crescimento linear. Não é que esteja errado A7… é que eu expandiria o conceito que você trouxe para mais pessoas. Então quando eu falo, por exemplo, acumulativo e de crescimento linear, isso significa que o Galileu foi lá e pôs um pouquinho, deu a contribuição dele, pôs um pouquinho. Aí veio o Newton e somente continuou a pesquisa do Galileu, não rompeu com nada e seguiu fazendo a mesma coisa. Aí veio outro e colocou e seguiu fazendo a mesma coisa, e aí veio outro e seguiu fazendo a mesma coisa. A coisa foi se acumulando ao longo do tempo e transformou-se num processo linear. Só que a história mostra que a ciência não é linear. Pessoas não vão colocando seu tijolinho até construir o edifício da ciência de forma linear. Entende? |

| | | |
|---|---|---|
| 173 | A7 | Sim, sim. Eu entendo. É tipo assim, quantas vezes num livro didático você ouviu falar de Leibniz? Leibniz estava lá na mesma época, fez coisas importantes e tal. Mas quantas vezes a competição entre os dois, eu acho que eu vi uma vez só num livro falando sobre essa competição entre os dois e não era só ele, teve também … acho que uns outros dois que estavam trabalhando na área do cálculo, tentando resolver problemas relacionados com essa parte da gravitação, com essa parte da mecânica. Mas ninguém fala sobre essas outras pessoas. |
| 174 | P | Deixa eu fazer um aparte aqui antes de continuarmos. Eu queria que o A7 exemplificasse a justificativa dele a partir do texto. Porque assim, você foi lá no Newton falar de outro contexto, mas, assim … a partir do texto, onde é que você enxergou uma desconstrução do acumulativo e de crescimento linear aqui no nosso caso? |
| 175 | A7 | Foi nessa tabela aqui que está mostrando (Figura 4) ... |
| 178 | A7 | ... em que são colocadas várias hipóteses e vai sendo passado para outros tipos de interpretações. Sabe? Assim, mesmo eles extrapolando os conceitos da física, essas pessoas acabam que demonstrando … meio que uma parte da produção do conhecimento científico, que é bem cortada, que é uma parte que são várias correntes, são várias pessoas trabalhando em várias áreas diferentes e aí no fim das contas, meio que um ganha, entre aspas, um ganha o prestígio e só aquele cara que é exaltado e o resto é colocado de lado. Os perdedores não contam história … tem essa expressão. Aí foi nisso que eu enxerguei essa questão de eles quebrarem a visão acumulativa e de crescimento linear. |
| 180 | P | […] Eu acho que isso que você está falando tem muito a ver com a desconstrução da visão acumulativa e de crescimento linear, mas no caso ela é mais especificamente [...] uma desconstrução da ahistórica. Porque, justamente a questão do ser ahistórica é que ignora essa relação entre os cientistas, essas divergências … esse movimento. Talvez quando você viu a palavra linear, você associou a inexistência desse movimento de trocas. Então, eu acho que a sua observação, o jeito que você argumentou, está mais ligada ao ahistórico. O acumulativo seria dizer assim: "um usou o que o outro fez e nunca contestou, nunca foi para trás, nunca foi para frente, nunca foi para o lado. Foi só crescendo, crescendo, crescendo". E aí para descontruir a gente teria que citar algum exemplo de alguma coisa que teve que derrubar a outra para sobreviver e não foi acumulativa. Então, nesse caso aqui, esses caras não estão necessariamente derrubando a teoria quântica para criar uma outra. Eles estão fazendo uma adaptação, eles estão fazendo conjecturas e criando uma nova leitura para uma coisa, mas não necessariamente estão desmontando a teoria anterior. Então não estão necessariamente negando a teoria anterior. Eles estão usando uma interpretação até cogitável cientificamente, mas não estão negando a teoria. Então por isso que não se enquadrariam muito bem na questão acumulativa … de desconstrução do acumulativo. Só isso. Seria mais na ahistórica. |
| 181 | PP | Acumulativa seria a própria teoria quântica. A própria teoria quântica é um exemplo de uma desconstrução acumulativa lá atrás. |
| 182 | P | Pelo sinal eu já fiz assim ... (mostrou o dedão com o sinal de afirmativo) … derrubou a anterior, né? Já tinha derrubado o anterior, né? |
| 183 | PP | Isso e ahistórica seria o processo de construção interna da ciência, que é o que o A7 trouxe. Beleza, A7? |
| 184 | A7 | Entendi bem. Parece que ambas visões estão relacionadas. |

Como se pode notar, A7 demonstrou em sua fala problemas de entendimento a respeito da definição de uma visão acumulativa e de crescimento linear. Para ele, o que caracterizaria essa visão seria a omissão das divergências e das relações entre cientistas (turnos 169, 173 e 175). Percebendo isso, P chamou a atenção para esse problema de

definição, trazendo uma explicação a respeito dessa visão e de uma categorização mais coerente com o referencial que vinha sendo adotado (turno 180). Dessa forma, pode-se dizer que, neste momento da discussão, a leitura e debate de Rocha (2015) apenas possibilitaram a desconstrução da visão acumulativa e de crescimento linear por um equívoco de interpretação por parte do estudante, e não de maneira direta como ocorreu com outras visões deformadas da ciência.

Ainda neste diálogo, destaca-se também a última fala de A7, em que ele diz que "ambas as visões estão relacionadas". Como apresentado no primeiro capítulo deste trabalho, todas as visões deformadas estão relacionadas e não podem ser contempladas como autônomas, pois formam um sistema relativamente integrado, que expressam uma imagem global ingênua da ciência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Por fim, o último momento em que a possibilidade de descontrução da visão acumulativa e de crescimento linear foi mencionada ocorreu durante a integralização da intervenção didática, no 17º encontro. Após P perguntar qual episódio do texto de Rocha (2015) possibilitava a descontrução da visão acumulativa e de crescimento linear, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 159 | A5 | Acho que aquele quadro que a gente viu nas últimas aulas reflete muito bem isso … as vertentes que se abrem da ciência, as rupturas que têm no momento da localidade, não localidade. Não sei se o pessoal lembra, mas a gente tinha lá acho que era um diagrama (Figura 4) e lá refletia muito bem essa questão da ciência não ser uma coisa linear, que vai construindo, tijolinho por tijolinho. Tinham várias áreas, meio que sendo disputadas ao mesmo tempo, de conhecimentos diferentes, sendo feitas em várias vertentes. |
| 160 | P | Sim. Tinha uma palavra-chave ali naquelas bolinhas, o "e" que é o "ou". Porque, quando você tem o "ou", quer dizer que se uma coisa é, outra não é. O "ou" é que é o elemento chave desse exemplo que você está dando, sobre a desconstrução da acumulativa e de crescimento linear. Podia uma coisa, inclusive, desmentir a outra. A ideia do acumulativo e de crescimento não linear tem a ver com isso. […] |

Diferente de antes, P neste momento concordou que a Figura 4 possibilitava a descontrução da visão acumulativa e de crescimento linear, o que, de certa forma, evidencia a dificuldade na definição das visões deformadas da ciência. A depender da argumentação compreende-se de maneira distinta cada possibilidade de descontrução. Entretanto, para o caso em questão, como já dito antes, a figura em debate serve como possibilidade de descontrução de uma visão ahistórica da ciência, visto que as diferentes hipóteses são

esperadas no interior do desenvolvimento de uma teoria. Inclusive, essas hipóteses podem até levar a uma ruptura da teoria, mas que não é o caso da teoria apresentada no diagrama, pois se trata de um desenvolvimento no interior da teoria quântica e não de uma possível ruptura dessa teoria.

### *4.2.7 Possibilidade de desconstrução da visão empírica – indutivista*

A visão empírica – indutivista transmite a imagem de uma ciência construída por observações e experimentações livres de ideias *a priori* (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Para um empírico-indutivista só é verdadeiro aquilo que pode ser verificado e toda afirmação deve ser testada empiricamente através de uma exaustiva repetição de experiências.

A possibilidade de desconstrução dessa visão, a partir da leitura e do debate de Rocha (2015), foi a segunda a ser mencionada logo após a Leitura 1 durante a nona aula, antes mesmo do PP disponibilizar a "colinha". Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 16 | A2 | Eu percebi a visão empírica porque fala de um experimento ali, experimento do teorema de Bell [...] |
| 24 | PP | [...] você tinha falado assim, "empírica" e a visão que a gente tem deformada além da palavra empírica tem empírica-indutivista, mas aí eu te pergunto: o que é uma visão deformada empírica-indutivista? Você lembra? Não? Alguém lembra o que é uma visão deformada empírica-indutivista? |
| 25 | A2 | O significado da palavra sim, mas .... |
| 26 | PP | Mas pode ir falando a gente vai melhorando. |
| 27 | A2 | Então ... a visão empírica-indutivista é que a gente experimenta induzindo o resultado (inint) que o pesquisador está preferindo e eu acredito da gente ter mencionado a palavra ateórica ... é disso que eu lembro. |
| 28 | PP | Empírica-indutivista é aquilo que o conhecimento ... deriva da experiência ... o conhecimento deriva exclusivamente da experiência, essa é uma visão empírica. E como que se dá essa experiência? Essa experiência se dá de modo indutivo, o que é que é o modo indutivo? Você a partir de observações, experimentações individuais você pode chegar numa lei geral ou numa universalização. Por exemplo, eu observo todos os dias que ... é uma frase do Popper ... que o cisne é branco, aí amanhã eu vou e observo de novo que o cisne é branco, aí eu vou lá no Japão ... eu mudei o contexto que eu estava e eu vou observar que o cisne é branco, vai passar dois anos e eu vou continuar observando cisne branco, ou seja, estou fazendo observações pontuais, singulares. E eu vou fazer tanto isso e mudar tanto essa situação que vai chegar um momento em que eu vou dizer assim, todos os cisnes são brancos. Isso é o método indutivo, ou seja, estou partindo de situações singulares para chegar em uma situação universal. Só que ... e se aparecer um cisne preto? Então, um exemplo somente seria suficiente para jogar toda a sua teoria no chão. É um método falho. Então, assim, as duas coisas dentro dessa palavra vocês tem que ... primeiro ... a ciência ela é somente empírica? O que é que você acha A2 ou demais colegas? A ciência é só |

| | | |
|---|---|---|
| | | empírica? |
| 29 | A2 | Como é que a gente experimenta as coisas que estão no cosmo? |
| 30 | PP | Isso ... justo ... a ciência ela não é feita somente de experiência e essa experiência nem sempre é feita para confirmar, as vezes ela serve como uma refutação. E também assim, a ciência é feita de maneira indutiva? A gente vai fazendo situações singulares até chegar no universal? Não é também, né? |
| 31 | A6 | PP ... mas você não concorda que a física ... a física atual principalmente, não é uma ciência baseada em padrões? A gente pega um padrão que já foi universalizado por alguém e tem que trabalhar em cima desse padrão algo novo? |
| 32 | PP | O A7 levantou a mão, deixa ele falar depois disso eu falo. |
| 33 | A7 | Primeiramente boa noite ... teve uma palestra antes de entrar nessa pandemia, que teve um cara ... era um cara da biologia, que ele disse que talvez existisse a possibilidade de que criassem um programa de computador que fosse analisando os dados e que ele fosse achando tantos padrões empíricos ... que achasse sempre as leis físicas daquela situação ... tipo ... como se talvez uma teoria nem sempre fosse necessária, apenas a análise de dados experimentais por um dado sistema fosse capaz disso. Aí eu até perguntei para ele: "tá ... mas aí beleza ... ele vai lá e te dá a lei, mas como é que você vai interpretar ela ... sem antes, sei lá, você ter um contexto teórico para ela ... como é que você pode?" Aí ele disse "uai, eu não sei" ... ele falou ... "eu particularmente não concordo com isso, mas tem pessoas na área da ciência que acredita que isso seja possível ... tipo ... de que exista um sistema capaz de só reconhecer esses padrões empíricos e que se possa ... induzir ... tipo ... qualquer lei sobre qualquer fenômeno". |
| 34 | PP | Então, eu faria a pergunta para ele ... é ... sim ... a sua pergunta foi ótima ... eu faria a pergunta para ele assim também: "e para construir esse sistema ou esse *software*, esse instrumento que foi construído para adquirir esses padrões, né? Ele não precisou de uma teoria não? ". Porque como é que ele vai montar esse sistema. Então assim, você não experimenta ao relento, você não experimenta livre de uma teoria, você sempre vai ter uma lente teórica para observar as coisas. [...] |
| 40 | P | Deixa eu só intervir um pouquinho aqui. Primeiro … que eu entendi sobre a descrição do A7 … como o palestrante apresentou esse problema? Diz que isso existe na ciência, mas o próprio palestrante parece que não é ele que usa, não é? Ele sabe que existe, mas não é ele que usa, né? |
| 41 | A7 | Foi … ele estava falando exatamente sobre isso … sobre a natureza da ciência … filosofia da ciência … |
| 42 | P | Então, talvez esse desconhecimento dele ou o fato de ele não usar tenha impedido ele mesmo de refletir sobre como funciona o próprio computador, porque os computadores não pensam sozinho, né? A gente tem que programar, a gente tem que criar um algoritmo para ele pensar. Então mesmo para encontrar qualquer irregularidade, o computador tem que saber o que é que ele está procurando, ele não consegue procurar sozinho. Eu acho que dentro dessa programação aí estaria embutido minimamente algumas condições hipotéticas que depois possam ser aprofundadas em alguma relação maior, ou seja, pode ser que esse método aparentemente indutivo ele seja na verdade uma forma de ter uma prévia sobre alguma suposição teórica, alguma hipótese que já venha sendo cogitada, que já venha orientando, inclusive, o programa de computador, porque … eu acho difícil o computador descobrir um negócio que para o qual ele não tivesse inicialmente direcionado. [...] |

Logo no início do diálogo, A2 definiu a visão empírica - indutivista como um processo que "experimenta induzindo o resultado" (turno 27), isto é, a palavra indução remete ao estudante um sentido de provocar, e não como um método de investigação. Em seguida, observa-se que, mais uma vez, PP não aproveitou da fala do estudante para desenvolver o

debate, partindo imediatamente para fornecer uma resposta que ele acreditava ser a correta (turno 28).

Posteriormente, A6 disse que a ciência é baseada em "padrões" (turno 31), mas da forma como foi expresso, não foi possível entender se ele está falando de modelos ou do método indutivo. Já A7 trouxe um exemplo de um evento ocorrido com ele, em que ele questionou o método indutivo como forma de se produzir conhecimento científico (turno 33), o que levou PP a concordar (turno 34) e P a complementar (turno 42).

No encontro seguinte, na décima aula, a possibilidade de desconstrução da visão empírica – indutivista voltou a ser mencionada. Após a Leitura 3, PP perguntou: "acho que dá para gente retomar aqui uma outra visão deformada que nós tratamos na aula passada, qual é?" (turno 28). Na sequência houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 29 | A6 | Seria empírica-indutivista? |
| 30 | PP | Por que você acha que seria empírica-indutivista? … Pode falar A6, sem medo de ser feliz. |
| 37 | PP | […] O que nós falamos na aula passada? Existe uma ciência construída sem teoria? […] |
| 38 | A2 | Sim, existe. |
| 39 | PP | Você acha que existe uma ciência sem teoria? |
| 40 | A2 | Não, sem teoria não. É sem experimento, né? No caso … sem teoria, não … posso afirmar isso não. |
| 41 | PP | É … então … sem teoria não existe, mas agora fiquei pensando: sem experimento? … existe? |
| 42 | A2 | Então … sem experimento eu posso afirmar. |
| 43 | PP | Ah tá … beleza … entendi. Porque o teorema de Bell, por exemplo, foi feito e só depois teve experimento … bem com … teoria da relatividade … entre outras. |
| 46 | P | Essa questão de sem experimento é muito sutil, porque assim … a gente costuma classificar como experimento uma observação bem explícita de alguma coisa, mas toda teoria que hoje consideramos consolidada, ela requer algum vínculo com a realidade, ela não sobrevive sem algum indício de que ela tem comprometimento com a realidade, mesmo que o mais indireto possível. [...] Então, não é experimento direto, mas alguma evidência … algum vínculo com a realidade a física exige, a física não admite nenhum tipo de teorização que não tenha alguma base vinculada à realidade. … |
| 48 | P | ... Tem que tomar cuidado quando a gente afirma que existe ciência sem comprovação experimental, porque é sutil … a evidência experimental por mais sutil que ela seja, ela precisa existir, sem ela a teoria não existe não … podem falar aí. |
| 57 | A2 | O professor falou sobre a experimentação, falou que a não experimentação é sutil, não é? Tem uns limites, algumas coisas que a gente tem que analisar e eu lembro de um fato que aconteceu agora, que eles estão olhando, que é a questão de vida em Vênus, que é por culpa da quantidade de fosfina que eles observaram na atmosfera de Vênus. Então, assim, a gente sabe que no Sol tem hélio porque os compostos químicos absorvem a luz, e a luz que vem faltando, a luz que chega do Sol para gente, a gente sabe que lá tem hélio por isso, mas para gente descobrir isso tem experimentos que a gente consegue fazer para poder teorizar em cima de algo que a gente não consegue mensurar, que a gente não consegue fazer um experimento direto. E no caso dessa possível existência de vida em |

| | | |
|---|---|---|
| | | Vênus é exatamente isso que eles estão olhando, porque essa fosfina é um composto químico que é produzido apenas por seres vivos … como é que a gente vai provar isso? A gente consegue teorizar sem experimentar diretamente. |
| 58 | PP | […] até completando o que o professor falou, a física é uma ciência experimental. Quer dia, mais cedo ou mais tarde, você tem essa relação com a experiencia. É que as vezes aconteceu na história da ciência da experiência vir depois, o que é o mais comum, mas também já aconteceu o contrário, não da experiência, mas da tecnologia vir antes e a partir dessa tecnologia se tirar ciência, que é o caso da termodinâmica. Eu queria só falar que o que o A6 chamou à atenção e reexplicar uma situação que é a visão empírica-indutivista. É que assim, a visão deformada empírico-indutivista é justamente o que a gente está conversando, é como se uma teoria surgisse de dados puros extraídos de uma experiência. ... |
| 60 | PP | … O cientista iria de forma neutra, de forma livre de pré-concepções, de preconceitos … observar, experenciar e a partir daquilo, tirar dados … fazendo isso de forma indutiva, de situações particulares até chegar a um geral, onde ele teorizaria. E a gente vê que não é bem assim … primeiro, que ninguém observa ao acaso de forma neutra e segundo que existe uma teoria, por isso que existe uma relação muito grande entre as diversas visões deformadas, então, assim … se fala assim: "aqui eu posso desconstruir com esse parágrafo uma visão empírico-indutivista?" … pode! |

O que se pode observar acima é que o termo "empírica – indutivista" vem sempre associado ao papel da experimentação para a construção do conhecimento científico, contudo é preciso ressaltar que não é só isso, pois para além do "empírico" que está sendo relacionado à experimentação, tem-se também o "indutivo" que representa a concepção que as pessoas têm sobre o modo que a experimentação é realizada na ciência. Todavia, como se percebe no diálogo, esse detalhe não é mencionado, sendo necessário que PP fizesse essa conexão ao final do debate (turno 60).

Neste diálogo, vale destacar ainda a fala de P (turnos 46 e 48) e de A2. Com efeito, a experimentação na construção do conhecimento científico não ocorre sempre de maneira direta e com sentido de verificação. O papel da experimentação para a ciência é bem mais complexo que isso, o que traz uma dificuldade a mais para se trabalhar com a possibilidade de desconstrução de uma visão empírica-indutivista.

Percebendo essa dificuldade, no 16º encontro, após a Leitura 17, PP perguntou: "o que é uma visão empírica-indutivista da ciência? E como esse texto consegue desconstruir essa visão?" (turno 23). Na sequência, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 28 | A7 | Uma visão empírica-indutivista da ciência seria que a ciência se resume, basicamente, a você fazer experimentos, coletar dados e a partir desses dados, você concluir algo sobre um fenômeno da natureza. Colocar em um exemplo para esclarecer melhor. Um exemplo que está acontecendo muito esses dias em que está só eu e meu irmão em casa. Às vezes meu irmão vem com umas conclusões assim: "Não, cara, mas isso eu pude comprovar empiricamente". Aí eu vou explicar para ele ... e ele: "Não, mas eu pude comprovar empiricamente, |

| | | |
|---|---|---|
| | | eu vi isso acontecer várias e várias vezes. É assim que funciona". Assim, ele é muito cabeça dura, então ... por exemplo, sobre uma coisa que eu achei muito interessante no texto que ele falava é quando ele afirmou que um físico claramente emitiu energia psíquica. |
| 30 | PP | Aquele não é o físico, é o Uri Geller. É um famoso mágico. |
| 31 | P | O físico admitiu que o Uri Geller emitiu energia psíquica. |
| 32 | PP | Isso. Pode continuar. |
| 33 | A7 | Meu irmão estava comentando comigo que existe, por exemplo ... se uma pessoa vai na sua casa e olha para um certo ... sei lá ... uma certa muda ou uma certa planta que você tem e se essa pessoa tiver uma energia ruim, vai haver uma troca de energia e essa planta pode morrer. E ele disse que já viu isso acontecer várias vezes. E ele soltou a frase dele de comprovou isso empiricamente. |
| 34 | P | Esse é o mau-olhado, né? |
| 35 | A7 | É, o mau-olhado. Isso mesmo. |
| 39 | A5 | [...] só queria complementar um pouco o que A7 já falou. É que também, na visão empírica-indutivista, pelo menos na minha opinião, ela está bem ligada a uma visão ateórica, que você deixa de lado todo conhecimento que já foi produzido e foca só na experimentação e na observação. |
| 40 | PP | Isso, muito bom, A5. Eu vou só fazer uma síntese. É isso mesmo. Uma visão empírica-indutivista tem uma relação com o empirismo, que entende que o conhecimento surge ... o pontapé inicial dele é a experiência. Antes de tudo, uma experiência neutra, uma experiência feita sem o auxílio de uma teoria e, por isso, o A5 tem razão, é ateórica também. E indutivista seria isso mesmo que o seu irmão falou (risos). Eu vou fazer vários e vários experimentos até chegar em uma generalização. Eu saio de medições pontuais até chegar em uma generalização e, com isso, construir uma teoria. Então, constrói-se uma teoria nessa visão da seguinte forma: parte-se do experimento, retira-se dados e se repete esse experimento de várias formas, em vários lugares e em várias situações diferentes e, com isso, generaliza e constrói uma teoria. Essa é uma visão deformada da ciência. E aí nós definimos e o A5 tem muita razão que essa visão tem uma relação muito próxima com a visão ateórica da ciência, que entende que a ciência é construída somente com experiências, esquece o papel importante que a teoria tem. E em que momento do texto que foi lido que vocês conseguem desconstruir essas duas visões? Ou o que do texto? O quê que foi lido? Um termo, alguma coisa que apareceu no texto em que vocês conseguem ver que a ciência não é assim. |
| 41 | A7 | É, tem um momento aí que ele… pera aí. Esse em que o Henry Stapp publica o "Modelo Teórico de uma Suposta Violação Empírica da Teoria Quântica". Normalmente… quer dizer, normalmente não, em um artigo você desenvolve uma teoria para iluminar aquilo que você está observando, aquele fenômeno que você está estudando. |
| 42 | PP | Sim, eu vou marcar aqui outros também em que aparecem. Aqui se fala da importância do teorema de Bell. E aqui tem um outro ... que... é ... essa parte que é muito interessante ... em que a "Elizabeth Rauscher também visitou o laboratório de Stanford. Depois de apresentar o seu modelo teórico a fim de explicar os fenômenos *ESP*, Targ e Puthoff resolveram contratá-la como consultora do Instituto de Pesquisa de Stanford". Então, vejam bem, eles não saíram. Eles não foram no Uri Geller e fizeram medições e medições para tratarem isso de diversas formas e construíram uma teoria. Eles estavam buscando o contrário. Eles estavam fazendo a experiência, mas também estavam buscando um modelo teórico para analisar e relacionar com essa experiência. Então, de certa forma, isso pode desconstruir uma visão empírica - indutivista e também ateórica. |
| 45 | P | Eu acho que tem uma coisa mais séria acontecendo que é o seguinte: apesar da experiência do Uri Geller, ninguém foi capaz de chegar a uma teoria a partir da experiência do Uri Geller. Isso é o que fura o indutivismo ... o empirismo. Não adiantou fazer a experiência do Uri Geller, a experiência do Uri Geller não |

| | | |
|---|---|---|
| | | revelou nada. O cara falou: “olha, parece-me que está me convencendo de que tem alguma coisa aí”. Mas que coisa é, a experiência não revelou nada. E outro detalhe é que esse tipo de experiência não é bem o que a gente poderia considerar de uma experiência científica. Porque uma experiência científica estabelece as variáveis, quais relações ... estabelecem relações ... cria dimensões. Então, assim, um fato experiencial, não se torna uma experiência científica por si próprio. Ele passa a ser uma experiência científica quando ele é controlado, quando ele consegue ser controlado. E isso, atualmente, só é possível depois da teoria. Você só consegue, hoje em dia, elaborar uma boa experiência depois da teoria. [...] |

A partir da resposta de A7, foi possível supor que ele tenha compreendido a definição de uma visão empírica – indutivista, pois, para além do significado, ele também trouxe para sua argumentação um exemplo do seu cotidiano que caracteriza essa visão deformada da ciência (turnos 28 e 33). Seguramente, como já foi dito anteriormente, a ideia de que a lógica da pesquisa científica se identifica exclusivamente com uma lógica empírica-indutivista é problemática. Além de ser impossível realizar todas as observações referentes a uma dada situação (MCCOMAS, 1998)**,** por mais numerosas que sejam as experiências, a tentativa de inferir enunciados universais a partir de enunciados particulares pode se revelar falsa (POPPER, 2013).

Na sequência do diálogo, A5 chamou a atenção para a proximidade da relação da visão empírica – indutivista com a visão ateórica (turno 39), inclusive o que é condizente com o referencial teórico aqui adotado (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Dessa forma, PP realizou uma síntese da fala dos dois e perguntou: “em que trecho do texto que foi lido vocês conseguem desconstruir essas duas visões?” (turno 40). A7 destacou o papel da “teoria para iluminar aquilo que você está observando”, o que possibilita a desconstrução de uma visão ateórica da ciência. Contudo, para visualizar como o trecho também possibilita a descontrução da visão empírica – indutivista foi necessário que PP e P esboçassem isso (turnos 42 e 45).

Com isso, é possível afirmar que a possibilidade de descontrução da visão empírica – indutivista a partir da leitura e do debate de Rocha (2015) não foi tão explícita. Fato que, inclusive, foi ponto de discussão durante a integralização da intervenção didática:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 197 | P | Agora só nos resta a empírica - indutivista. Acho que de todas que nós estudamos, só falta a gente identificar em que momento a história do reencantamento desconstrói a empírica - indutivista. É só lembrar o que é empírica-indutivista … |
| 198 | A10 | Na própria concepção que nós falamos. Se ele parte de algo que foi científico, de algo que foi da própria física, eles usaram esse estudo da própria física, ele já não é empírico. |

| | | |
|---|---|---|
| 199 | P | Pois é. O que motivou toda a problematização foi um aspecto teórico da física. Não foi um aspecto propriamente empírico. Foi um aspecto teórico. Pelo contrário, o que, por exemplo, os parapsicólogos tinham de empírico, não gerou teoria nenhuma. Só o que eles tinham de empírico não chegou a nada. O empirismo, por si, não gerou nada. Quando eles encontraram um suporte teórico, aí que o bicho pegou. Tá certo? A ideia é justamente essa … essa trajetória do reencantamento não é uma trajetória que se baseia em um monte de dados empíricos para chegar a uma conclusão[…]. PP, você acha que ficou também caracterizada a desconstrução da empírica-indutivista ou você gostaria de acrescentar alguma coisa? |
| 200 | PP | É isso. É como o senhor disse no início da discussão, algumas são mais evidentes que as outras. Essa visão empírica-indutivista, por exemplo, ela está um pouco mais implícita. Mas eu acho que o senhor falou bem, disse bem. Não tem um empirismo. Nesse quadro mesmo (Figura 4), que estava aqui apresentado agorinha, se pode perceber que eles não partiram de dados e mais dados e foram repetindo esses dados e formularam uma teoria como quer uma visão empírica-indutivista. Tinha uma teoria, tinha um arcabouço por trás e, a partir daí, foram construindo as suas interpretações. Eu acho que é isso mesmo. |
| 201 | P | É engraçado porque no fundo a desconstrução da empírica-indutivista, ela também está presente no corpo do texto inteiro. Dá para perceber que a linha de condução ali de toda a discussão, era eminentemente teórica. E ela não foi considerada aqui no começo da nossa discussão, ela está em último lugar ... não foi considerada aqui no começo da nossa discussão como evidente ou presente em tudo. Por que será? Por que vocês acham que demorou tanto para nós chegarmos na empírica-indutivista? É pela definição da visão? Por que será que ficou tão difícil? Vocês consideram que é uma definição difícil essa do indutivismo? Como se entende que ela ficou tão oculta, esse tempo todo para nós aqui? |
| 202 | A5 | Das nove visões[41], a que eu mais tenho dificuldade de identificar nas leituras é essa, empírica-indutivista, eu acho um pouco complicado definir, pelo menos para mim. |
| 203 | P | Certo. … É isso mesmo? Mais gente concorda com o A5? […] |
| 204 | A1 | Eu acho que a empírica-indutivista não apareceu tanto, porque eu acredito que ela está muito implícita dentro das outras visões. Eu acho que quando a gente traz, por exemplo, uma aproblemática … na verdade uma ateórica, já mostra que não é uma visão empírica-indutivista. Já mostra que havia uma teoria ali por trás. Não tem como você falar da ateórica sem desconstruir a empírica-indutivista. Como ela está muito atrelada às outras visões, eu acho que ela não foi tão citada assim. |
| 205 | P | Mas você concorda que ela não foi mencionada, mas estava embutida? |
| 206 | A1 | Sim, concordo, realmente. |

Assim como antes, mais uma vez, a visão empírica – indutivista foi relacionada a ateórica (turno 198), evidenciando apenas a parte concernente ao empirismo, esquecendo-se do elemento indutivismo da expressão. Sendo necessário, novamente, que PP expusesse as devidas relações entre esses dois elementos (turno 200). Em seguida, os estudantes expressaram suas dificuldades em visualizar como o trabalho de Rocha (2015) possibilitava a desconstrução dessa visão, dizendo que isso ocorreu por uma complexidade na definição da visão empírica – indutivista (turno 202) ou por estar "implícita dentro das outras visões"

[41] A5 fala em nove visões e não dez como se vinha apresentando na "colinha", provavelmente porque neste momento da intervenção já havia sido repassado para os estudantes que a visão exclusivamente analítica não seria utilizada na confecção dos Planos de Unidade, visto que essa visão não foi trabalhada em sala a partir da leitura e debate de Rocha (2015).

(turno 204). Além disso, supõe-se também que o próprio texto de referência (ROCHA, 2015) não seja o mais adequado como possibilidade de desconstrução dessa visão.

### *4.2.8 Possibilidade de desconstrução da visão ateórica*

A visão ateórica da ciência é um esquecimento do importante papel das teorias para a construção do conhecimento científico. Com uma forte conexão com a visão empírica – indutivista, inclusive sendo tratadas em conjunto pelo referencial aqui utilizado (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005), durante a intervenção didática, a possibilidade de desconstrução da visão ateórica também apareceu sempre associada à visão empírica – indutivista. Mas, diferentemente da anterior, a possibilidade de descontrução dessa visão se deu de forma mais explícita.

Na nona aula, após a Leitura 1 seguida do debate sobre a visão empírica – indutivista, ocorreu o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 45 | PP | […] a partir dessa explicação … pelo o que eu entendi e aí depois eu até escutei você falando A2, você queria falar de ateórica, né? Depois da explicação acho que você falou, não falou? |
| 46 | A2 | Eu falei que eu lembrava de a gente utilizar esse termo nas aulas, quando a gente falou do empirismo. |
| 47 | PP | [...] a partir de alguma parte dentro desse parágrafo, tem alguma coisa aqui que nos possibilita desconstruir que a ciência é ateórica? Alguma parte desse texto nos fornece a importância da teoria para a ciência? Vocês conseguem enxergar alguma parte? Ou não? |
| 48 | A2 | Se tiver, eu estou deixando passar … talvez essa parte que fala que o teorema de Bell é a descoberta mais profunda da ciência, talvez a palavra teorema? |
| 50 | A3 | […] justamente essa parte. O parágrafo dá a entender que tudo começa no teorema de Bell. Essa maluquice toda começa com a descoberta do teorema de Bell, com a propagação dele. |
| 51 | PP | Justo, é isso. Alguém mais? |
| 52 | P | A dúvida aqui, me parece, que estava norteando (inint), é se isso implica que havia uma teoria. Sim, exatamente, eu acho que esse parágrafo, inclusive esse conjunto aí de afirmações, que o teorema de Bell já era a descoberta mais profunda e que só posteriormente é que ele teve alguma evidência experimental desconstrói já as duas coisas ao mesmo tempo, o ateórico porque precisa de uma teoria fundamentando essa pesquisa, que foi a teoria quântica no caso … aquele problema que o Einstein levantou com o Podolsky e o Rosen, sobre o emaranhamento, que deu origem a esse teorema de Bell … totalmente teórico … isso ai ficou teórico lá de … |
| 53 | PP | 35 que ele colocou até 72 … John Clauser. |
| 54 | P | Ficou um tempão só teórico mesmo, não tinha pensado num experimento viável, precisou inclusive uma sofisticação tecnológica para se chegar a um experimento viável, então totalmente teórico. E ele desbanca completamente o empirismo porque realmente não tem … até … inclusive … falando em computação, o |

| | | |
|---|---|---|
| | | experimento de Bell, a maneira que os caras fizeram o experimento de Bell … eu acho que eu comentei aula passada … é estatístico … o que é que quer dizer estatístico? Quer dizer que você tem que fazer um montão de vezes, então o computador ajuda muito nesse processo aí, porque você igualmente tem que lançar um montão de dados no computador e vai ser o computador que vai te dar a resposta, porque manualmente os caras não conseguem fazer não. Então é isso, parece que se fosse atribuir ao empirismo a inclusão de dados em computador, o experimento do teorema de Bell seria chamado de empirista, mas ele não é não, ele não tem nada de empirista, existia uma procura, se pensou num programa de computador e o computador fez foi ajudar a calcular aquele monte de dados, organizar aquele monte de dados para responder à pergunta que a teoria já tinha orientado e assim é que a ciência vem fazendo. [...] |
| 56 | A7 | […] Um exemplo bem legal que eu acabei de lembrar é quando … acho que na Segunda Guerra ... eles estavam analisando um problema com respeito aos aviões que caiam. Eles estavam comparando os aviões que não voltavam, a carcaça dos aviões que não voltavam com os que conseguiam ir para a guerra e voltar. E aí foi até o surgimento do que a gente chamou de *data science*, porque o cara que conseguiu interpretar e dar a resposta para onde poderia se blindar o avião sem que tivesse excesso de peso e assim ele conseguisse voar, protegesse as partes principais, no caso ele percebeu que os aviões que tinham furos na parte do motor, eles não conseguiam mais voltar para a base. Assim ... tiveram muitas pessoas que analisaram o problema, tiveram até pessoas que insistiram que, não a gente tem que arrumar um jeito de blindar o avião inteiro e manter ele no ar, só que isso era impossível e ele foi quem conseguiu. Então, assim, tudo dependeu principalmente nesse caso da interpretação. Apesar de você pegar ali um conjunto de dados e colocar num *software* e ele vai organizar de certa forma para você, as vezes a maneira que você pede para o *software* organizar ou moldar para você algum modelo acaba te dando um epitáfio ali e você consegue esclarecer tudo, sabe? Então … |
| 58 | A7 | … de certa forma sempre tem que passar por (inint). Tem que passar pelo funil da mente humana, sabe? De você imaginar, de você teorizar sobre o que é que está acontecendo ali e depois sair buscando se é, se não é, testando. |

No diálogo acima, após os estudantes mencionarem o teorema de Bell como possibilidade de descontrução de uma visão ateórica da ciência (turnos 48 e 50), PP concordou (turno 51) e P justificou historicamente o porquê do teorema de Bell ser um indicativo da importância da teoria para a contrução do conhecimento científico (turnos 52 e 54).

Em seguida, A7 trouxe para o debate um exemplo que evidencia também o papel das hipóteses, ou seja, como dito antes, o acesso aos fenômenos é sempre filtrado por um aparato perceptivo e/ou intricado por uma instrumentação, ambos embebidos em teoria. Tudo é visto à luz de um aporte teórico (LEDERMAN *et al*., 2002). Dessa forma, a fala de A7 vai ao encontro da ideia de que as teorias são peças fundamentais na construção do conhecimento científico, pois, em grande parte, são elas que determinam quais os problemas existentes, os métodos e os referenciais para se analisar os objetos em investigação (PRAIA *et al*., 2002).

Já no encontro seguinte, na décima aula, após a Leitura 3 e novamente depois do debate sobre a visão empírica – indutivista, foi levantada mais uma vez a possibilidade de descontrução da visão ateórica da ciência. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 64 | PP | […] aqui nesse caso acho que a mais explícita é ateórica, que é a presença de uma teoria que está guiando a construção do conhecimento, mais do que o método empírico-indutivista em si […] |
| 65 | A1 | O que eu consegui observar aí foi também a desconstrução da visão ateórica, mas ali a partir do momento que diz que o Bell pesquisou os fundamentos da teoria quântica … aí depois você sublinhou o teorema de Bell. Como você conseguiu fazer essa observação? A partir de quando fala que ele produziu o teorema dele através … eu consegui enxergar de outra forma e você explicitou de outra. |
| 66 | PP | Mas pode falar da forma que você enxergou. |
| 67 | A1 | Foi essa forma que eu enxerguei, como ateórica, porque o Bell produziu um teorema a partir de outro e nisso ele já se baseou em um teorema para fazer uma teoria, produzir um conhecimento científico … foi o teorema dele. Só que ali você sublinhou outra parte, como você identificou isso? Eu não consegui ver a desconstrução através dessa parte que você sublinhou. |
| 68 | PP | Eu sublinhei só o teorema de Bell, porque foi o que nós falamos na aula passada, mas aqui você tem razão. Aqui existe uma construção teórica muito grande, que (inint) … (PP sublinhou a frase: "John Bell, que ao pesquisar os fundamentos da teoria quântica") … não, aqui antes … uma construção teórica do David Bohm, né? (PP sublinhou o nome) … E a partir do trabalho, que é teórico, do David Bohn, o Bell chegou no seu famoso teorema de Bell. Aqui é uma construção teórica que envolve … pegando só esse espaço aqui desses dois personagens: David Bohn e posteriormente o teorema de Bell, se não me engano, o trabalho de David Bohn é de 52 e de Bell é 64, mas você está certo, é uma construção teórica dos dois e eu poderia ter sublinhado um como poderia ter sublinhado o outro, beleza? (…) |
| 69 | A1 | Beleza. |

Como se pode perceber, A1 concorda com PP que a possibilidade de desconstrução da visão ateórica a partir da Leitura 3 está mais explícita (turnos 64 e 65), inclusive chamando atenção de PP para o fato de que o trecho lido continha mais elementos que se caracterizavam como possibilidade de desconstrução dessa visão (turno 67).

Já na integralização da intervenção didática, o papel da teoria para a contrução do conhecimento científico voltou a ser o foco. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 34 | A10 | E ligando essa questão do financiamento, eu acho que a ateórica entra aí, porque ninguém vai investir em algo que não tem uma teoria. |
| 35 | P | Aí você pegou um ponto crítico, A10 … você falou uma coisa crítica aí. |
| 36 | A10 | Se é válido ou não, se é testado ou não é outros quinhentos. Mas eles tinham uma teoria, né? |
| 37 | P | Será que eles tinham uma teoria? Quem enxergou ali que tipo de teoria? De que teoria exatamente você está falando, A10? |
| 39 | A10 | Eu digo assim, para haver um financiamento, eles tinham que estar falando: "não, a gente está querendo um financiamento por isso e por isso. Porque a gente pensa assim, mais ou menos". Não sei se a palavra seria teoria em si, mas eles estavam tentando provar algo que eles pensavam e, por isso, conseguiram o financiamento. |
| 40 | A5 | Posso tentar dar uma opinião aqui sobre a fala do A10? |

| | | |
|---|---|---|
| 41 | A8 | *Objeto de estudo* |
| 42 | P | Fala, A5. |
| 43 | A5 | Eu acho que não é uma teoria. Está mais ligado o que ele falou, na minha opinião, ao aproblemático. Porque você tinha um problema que eles tinham o objetivo de resolver. Mas teoria em si, nem sempre, necessariamente, se tem uma teoria pronta para iniciar o problema. |
| 44 | P | Assino embaixo dessa sua defesa, A5. Agora eu ainda estou envocado com a questão de teoria. Porque, no fundo tinha uma teoria e foi graças a ela que a coisa andou. Qual teoria será que tinha por trás de toda especulação e todo o problema? Navegou, em todo o problema, uma teoria, que aí eu dou razão para o A10, que tinha uma teoria sustentando, vamos dizer assim. |
| 45 | A5 | *negocio la da mente kkk* |
| 46 | P | Quem se lembra? Quem entendeu, na verdade, qual teoria era que realmente sustentava toda a especulação, todo o projeto? O que o A10 se referiu, especificamente, era o projeto. Tinha um projeto. |
| 47 | A5 | Era aquela divisão da mecânica quântica ser realista, não realista, local ou não local? Era essa teoria? |
| 48 | P | Isso … por aí, A5. O que era essa teoria do local e não local? |
| 49 | A8 | (Inint.) do teorema de Bell? O Teorema de Bell abriu os caminhos da mecânica quântica e da não localidade, aí eles queriam pegar isso. Porque era algo novo e por causa do contexto histórico de guerra, usar isso como ferramenta para conquistar os objetivos deles. |
| 50 | P | Sim, a parapsicologia tinha um objetivo de guerra. Mas das outras especulações que nós falamos antes, das terapias quânticas, qual era o negócio das terapias quânticas? Qual era a teoria? O A8 também deu outra dica, agora resta relacionar a teoria. |
| 57 | A4 | O poder da pessoa intervir no experimento? A teoria quântica fazia isso, que é o seu poder no todo. |
| 58 | P | Esse era um elemento, a questão da interferência da consciência em um sistema físico. A consciência poderia interferir... |
| 69 | A1 | *transmissão do sinal instantâneamente ... Dualidade p/ ondas e partículas* |

Logo no início do diálogo, A10 disse que “ninguém vai investir em algo que não tenha uma teoria” (turno 34). Na sequência, o próprio A10 questionou se o termo coerente com a situação em discussão era mesmo “teoria” (turno 39), levando A8 a afirmar que o termo deveria ser “objeto de estudo” (turno 41), e A5 disse que se tratava de um “problema”, inclusive o que caracterizaria uma possibilidade de desconstrução da visão aproblemática (turno 43). Com isso, supõe-se que os estudantes estejam compreendendo a teoria como um arcabouço conceitual mais complexo do que costumeiramente é utilizado no senso comum.

Aproveitando dessa discussão, P questionou qual teoria que estava por “trás de toda especulação e todo o problema” (turno 44), o que levou os estudantes a destacarem a “divisão da mecânica quântica ser realista, não realista, local ou não local” (turno 47), “teorema de Bell” (turno 49), “o poder da pessoa intervir no experimento” (turno 57) e “transmissão do sinal instantaneamente ... dualidade p/ ondas e partículas” (turno 69).

Vale aqui acentuar que todos esses elementos apontados pelos estudantes são efeitos ou derivações da teoria quântica, que seria a teoria "por trás de toda especulação e todo o problema" envolvendo a parapsicologia no contexto em estudo.

Mas, independentemente das respostas assinaladas pelos estudantes, a afirmação de A10 (turno 34) é coerente, pois como disse P no turno 72: "o tempo todo tinha uma teoria que encorajava o pessoal a investir dinheiro. Porque são físicos falando uma teoria de física poderosa. Se fosse uma pessoa qualquer falando de qualquer outra coisa, provavelmente não teria financiamento".

### *4.2.9 Possibilidade de desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível*

Esta é uma visão que apresenta o "Método Científico" como um conjunto único de etapas a serem seguidas rigidamente (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005), transmitindo a ideia de que, para se fazer ciência, basta seguir uma lista de etapas universais e pré-estabelecidas (McCOMAS, 1998).

Durante a intervenção didática, a discussão sobre o método científico ocorreu pela primeira vez no 15º encontro. PP iniciou a aula retomando a discussão de análise da Figura 4, presente na Leitura 14, e indagou sobre a concepção dos estudantes a respeito do tema. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 1 | PP | Na aula passada, nós fizemos uma rica discussão e nós chegamos na conclusão de que este quadro (Figura 4) possibilitava a desconstrução ... vou colocar aqui a lista de desconstruções ... para vocês acompanharem o raciocínio ... só um minuto ... |
| 2 | PP | *Principais deformações sobre a natureza da ciência que são transmitidas, explícita ou implicitamente, através do ensino:*<br>*1. Descontextualizada*<br>*2. Individualista*<br>*3. Elitista*<br>*4. Aproblemática*<br>*5. Ahistórica*<br>*6. Acumulativa e de crescimento linear*<br>*7. Empírica-indutivista*<br>*8. Ateórica*<br>*9. Rígida, algorítmica e infalível*<br>*10. Exclusivamente analítica* |
| 3 | PP | Então, vamos lá ... nós chegamos à conclusão ... inclusive foi uma conclusão interessante ... nós chegamos na possibilidade de desconstrução de uma visão em que os autores que nós temos como referencial teórico utilizam como sendo uma, que é aproblemática e ahistórica. Aproblemática no sentido de esquecer |

| | | |
|---|---|---|
| | | dos problemas que levaram a construção do conhecimento científico e ahistórica de esquecer dos elementos internos da construção deste conhecimento. Então esse quadro aqui permite entender que a ciência é feita a partir de problemas e que a construção do conhecimento científico se dá ao longo de uma história interna de desenvolvimento, certo? E aí eu falei para vocês que dava também, a partir desse quadro, para desconstruir uma outra visão deformada da ciência. E aí eu queria fazer algumas suposições aqui para ver se a gente consegue chegar nessa visão que eu tenho em mente. Veja bem, nós temos aqui a mecânica quântica, que nós falamos um pouco dela naquela aula teórica, que surgiu em 1926 ... a velha teoria quântica até antes disso, quando a gente fala teoria quântica ou mecânica quântica, a gente coloca ali a partir de Schörendiger, Heisenberg, mas tem o que é conhecido também como velha teórica quântica, que é antes disso, que é a partir de Plank. E depois tem o experimento do EPR, que nós já falamos bastante aqui, tem o teorema de Bell com as suas desigualdades de Bell e posteriormente vieram os experimentos do teorema de Bell, que mostraram que não era possível uma teoria quântica realista e local e isso fez com que tivessem duas saídas: uma teoria quântica ortodoxa, que não se preocupava com o realismo da teoria quântica ou você teria que ir para um lado que ficou conhecido como heterodoxo e que contempla as pessoas que estamos estudando aqui. O lado heterodoxo ou como diz o Oswaldo Pessoa Junior, os dissidentes quânticos, queriam uma teoria quântica realista, mas isso fazia com que tivesse uma perspectiva de não localidade, que não agradava o grupo de ortodoxos. Na verdade, para eles nem importava, pois para eles a mecânica quântica não descrevia a realidade e era apenas uma ferramenta matemática util. Então para eles essa discussão não era relevante, para esse pessoal aqui do texto sim, a discussão da não localidade era relevante. E aí o que eu queria dizer é ... por que é que eu estou relembrando disso tudo? É porque ... como é que vocês imaginam que o trabalho dessas pessoas, desses grupos, desses coletivos, da comunidade científica e do que está representado aqui, mesmo desse grupo heterodoxo que estamos estudando ... eles seguiam uma lista? Tinham uma lista das coisas a se fazer para construir o que eles estavam querendo construir? Eles tinham umas etapas pré-determinadas? Como é que é? Vocês acham que era dessa forma que eles trabalhavam? |
| 4 | A1 | Tem como repetir a pergunta? |
| 5 | PP | Assim ... todo esse pessoal que está aqui ... porque aqui nesse quadro, você concorda comigo que tem muita gente envolvida? |
| 6 | A1 | Sim, sim. |
| 7 | PP | Né? É uma história muito longa aqui nesse quadro e nesse quadro todas as pessoas envolvidas nesse quadro, como que você acha? Você acha que todas essas pessoas utilizavam uma lista? Para eu fazer ciência eu tenho que fazer isso e isso? Tinham as etapas a serem seguidas, como que é? Eu tinha que seguir rigidamente? |
| 8 | A11 | Eu posso comentar? |
| 9 | PP | Pode, por favor. |
| 10 | A11 | Bom, como são acadêmicos, eu acho que eles têm pelo menos um mínimo de organização para elaborar as ideias (inint). |
| 11 | PP | Mas, você acha A11 que todos tinham a mesma organização? Quando eu falo assim organização, não é no sentido de se manter organizado não, é no sentido de cumprir as mesmas etapas. |
| 12 | A11 | Eu tenho certeza que não. Olha! (em tom de brincadeira) |
| 14 | A10 | A mesma metodologia no caso, né? |
| 16 | PP | Eu estou querendo chegar nisso aí, mas sem usar a palavra (risos) ... é ... o mesmo método. |
| 17 | A4 | (inint) já não tinha se falado em método científico bem antes? Galileu também já não tinha proposto um? Então eles justamente por serem acadêmicos não tinham que seguir um método desse? |
| 18 | PP | Então, é justamente isso que eu estou questionando A4, você acha que eles |

| | | |
|---|---|---|
| | | seguiam esse método proposto lá por Descartes, talvez por Galileu? |
| 21 | A11 | Se todos tivessem usado o mesmo método, todos teriam chegado na mesma conclusão. |
| 27 | A2 | Então … eu já questionei esse assunto antes, mas vamos lá o que é que eu imagino. Eu acho que tinha um limiar aí, mesmo que não fosse organizado, tinha um consenso ali. Não desse jeito aí, a gente até considera ou não. Desse jeito que esse cara está fazendo aí está muito fora do que a gente anda trabalhando. Entendeu? Eu acho que tinha mais ou menos ali um rumo correto em que os cientistas consideravam correto e que era permitido. |
| 31 | A10 | Bom, eu acho que não tinha uma metodologia pré-fixada, no sentido de que todos seguiam essa mesma orientação e diferente do que um colega falou aí, não lembro quem foi que falou, que eles chegariam ou teriam a mesma conclusão, eu discordo, no sentido de que, mesmo que todos partam de uma mesma ótica ou de uma mesma linha de pensamento, a possibilidade de ter diversas conclusões diferentes é muito grande. Então eu creio que não havia e que mesmo se houvesse, mesmo assim iam ter várias conclusões diferentes. |
| 33 | A1 | Eu também concordo com o A10, porque cada cientista ele está num contexto diferente e tem vários erros aleatórios, vamos dizer assim, em cada um que realiza um experimento. Eu vejo assim, eu acredito que não tenha um método pré-fixado, acredito que os métodos vêm com a teoria e esperam o resultado e aí a partir do experimento que eles possam realizar ou o método … colocar algum método ali, uma ideia … eles podem chegar ao resultado ou não. |
| 35 | P | Então, eu acho que a gente tem que questionar o que é que vem sendo cogitado aí como uma concepção científica de senso comum. O senso comum pensa assim: "por que é que a ciência tem uma grande chance de acertar ou sempre acerta? Porque ela tem um método". Então acho que foi … o … A11 que falou que: "poxa, eles não deviam ter o mesmo método não, senão eles teriam chegado a mesma conclusão"; o senso comum nos leva a crer que se você usar o mesmo método, você vai chegar à mesma conclusão, isso é razoável de você afirmar, nós que já somos críticos podemos duvidar disso. Mas no senso comum, se você fala assim: "bom, tem um método científico que é rigoroso e o camarada seguiu esse método e chegou nesse resultado, qualquer um que usar o método dele necessariamente vai chegar no mesmo resultado". Isso é de senso comum e é razoável você aceitar e chamar isso de científico, falar: "então, para ser científico realmente e para ser verdadeiro precisa estabelecer um rigor metodológico tal que todos cheguem à mesma conclusão". Então isso traduz uma visão deformada, isso é a própria visão deformada que está sendo questionada aqui. Se os caras não estão chegando na mesma conclusão, cada um está usando um jeito diferente de construir, de argumentar e de interpretar, significa que eles não estão usando exatamente o mesmo método, não estão usando o mesmo método e nem estão chegando no conhecimento final, definitivo e infalível. Eu acho que é disso que nós estamos falando, resta enquadrar isso aí lá naquela nomenclatura do PP. |
| 37 | A8 | [...] a contribuição que eu quero dar … vamos pensar mais nisso … é na questão que acho que o A2 falou, sobre a ideia de comunidade científica, né? Esse pessoal quando ele foi estudar, ele estabeleceu dentro de um ciclo de cientistas uma comunidade científica e eu creio que dentro disso eles criaram os métodos dele, entende? A ideia de trabalhar, não na mesma linha de chegada, mas partindo de princípios, então eu creio que isso … tipo … não que são os mesmos princípios, mas que sim eles tinham métodos deles, entende? |
| 40 | A9 | Você perguntou qual que a gente está atacando, qual a visão deformada? |
| 41 | PP | Valendo um milhão, se você sentir à vontade (risos). |
| 42 | A9 Adriano | Rígida, algoritmica e infalível? |
| 43 | PP | Isso! |
| 44 | A9 | Eu não acho que tenha uma sequência de fases definidas assim, mesmo se você olhar só na parte da "física convencional", você já vê que o problema a ser atacado é diferente em cada uma das etapas ali e o método também. Se eu não me engano, o EPR foi um problema completamente teórico, foi para atacar a |

| | | |
|---|---|---|
| | | mecânica quântica ali e o teorema de Bell chegou a fazer experimento, não foi? Que derrubou as variáveis ocultas? |
| 45 | PP | Sim. |
| 46 | A9 | E na hora em que vai para a especulação, daí sim que fica uma loucura, né? Cada um tem … ele já tem o que quer buscar, ele já tem as suas próprias ideias ali e ele quer chegar lá através da mecânica quântica. Então, definitivamente não é algoritmica principalmente, porque a forma de atacar os problemas é diferente e o que eles querem também é diferente, faz muita diferença na ciência. |
| 48 | A7 | Boa noite. […] primeiro em relação a discussão sobre a visão rígida, algorítmica e infalível é que … bom, é uma coisa que eu tenho notado bastante assim e que é bem interessante sobre a grande necessidade de tanto quem … principalmente, quem produz ciência estudar sobre a natureza daquilo que está produzindo, porque … falando sobre essas visões deformadas e principalmente agora tocando nessa da rígida, algorítmica … eu vejo a importância de você descrever, por exemplo, num relatório ou … sei lá, em algum *paper* que você está produzindo … a sua metodologia. Porque ela indica exatamente … além da questão da reprodutibilidade, ela indica também assim … faz você entender tanto os pontos de partida como também as limitações que você acabou aderindo para seja lá o que você estiver produzindo. [...] |

Diferentemente de outros momentos da intervenção didática, dessa vez PP traçou uma estratégia diferente para alcançar uma possível desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível. No lugar de perguntar genericamente qual visão deformada da ciência o quadro em debate (Figura 4) possibilitava a descontrução, uma vez que isso já tinha sido feito no encontro anterior, nesta aula ele iniciou provocando a reflexão dos estudantes com perguntas pontuais que levariam a uma discussão sobre o papel do método científico para a ciência (turno 3).

Em seguida, houve o debate sobre o método científico. A11 disse que, pelo fato de serem "acadêmicos", isso implicaria um "mínimo de organização" (turno 10), mas que esta "organização" não era sinônimo de que os cientistas cumpriam sempre as mesmas etapas durante o fazer científico, pois segundo ele: "se todos tivessem usado o mesmo método, todos teriam chegado na mesma conclusão" (turno 21). A2 argumentou que acreditava existir um "consenso" sobre o que "os cientistas consideravam correto e que era permitido". E A10 e A1 discordaram de A11 (turnos 31 e 33), pois acreditam que exista uma pluralidade de métodos e que seguir o mesmo método não seria garantia de que todos chegariam a um mesmo resultado, sendo completados e corroborados por P logo na sequência (turno 35).

Depois disso, A8, em diálogo com o comentário de A2, argumentou sobre o papel da comunidade científica para o estabelecimento de métodos próprios, A9 enquadrou o debate a respeito da Figura 4 com uma possibilidade de desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível (turnos 44 e 46) e A7 chamou a atenção para a necessidade de se descrever a metodologia em trabalhos científicos (turno 48).

De fato, quando um pesquisador vai apresentar sua pesquisa é necessário que ele também exponha o método utilizado em sua investigação. Para além da reprodutibilidade destacada por A7, essa postura é necessária para se discutir se tal método foi ou não o mais adequado para investigar determinado objeto, bem como trazer contribuições metodológicas para área de conhecimento em questão, o que entra em ressonância com o que A8 e A2 mencionaram com respeito ao papel da comunidade científica na construção e legitimação dos métodos de pesquisa.

Ainda sobre a possibilidade de desconstrução da visão rígida, algorítmica e infalível, o quadro da Figura 4 foi novamente relembrado durante a integralização da intervenção didática, no 17º encontro. Houve o seguinte debate:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 160 | P | […] Mas esse quadro que você falou, A5, lembrava também de uma outra desconstrução que está na pauta aqui para discutirmos. Quem sabe dizer qual era a outra visão que aquele quadro lá conseguia desconstruir? Quem se lembra na época quando nós discutimos ou agora entende que estava implícito ali naquele quadro? […] |
| 161 | A5 | Rígida, algorítmica e infalível. |
| 162 | P | Por que, A5? |
| 163 | A5 | Acho que porque a ciência ali está sendo construída em várias vertentes, ela não é uma coisa rígida que não tenha nuances, por assim dizer. Ela também não é uma coisa infalível, justamente por causa do "ou", que se uma coisa for, a outra não é. Ela tem falhas ali, em algum ponto ela falhou. |
| 164 | P | O sentido de rígida nessa visão deformada está intrinsecamente ligada com a infalível. O que quer dizer isso, uma vez construída e rígida, não mudaria mais. Uma vez construída, ela seria rígida, não teria chance mais de ser contestada. Esse é o sentido de rígida aqui. |

Após ser questionado por P (turno 160), A5 argumentou como que o quadro (Figura 4) possibilitava a descontrução da visão rígida, algorítimica e infalível (turno163). Como dito anteriormente, em uma concepção rígida, algorítmica e infalível há uma preocupação quase que obsessiva pela ideia de evitar a ambiguidade, como se isso não existisse na ciência, isto é, os resultados científicos são tidos como verdades absolutas. Apresenta-se o conhecimento científico como algo acabado, retirando do debate os diversos erros e acertos que aconteceram e acontecem na ciência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Dessa forma, esquece-se do papel das hipóteses, de que são carregadas de um corpo teórico e que são tentativas de respostas para um problema em questão. Trata-se de um processo complexo e que não acontece sobre os desígnios de uma normativa universal

(CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Portanto, tem-se que concordar que o quadro da Figura 4 mostra que, muito longe de ser uma atividade rígida, algorítmica e infalível, a ciência não é feita de maneira única ou que o resultado da atividade científica gere produtos que são representações verdadeiras e acabadas da realidade; mas, sim, que o conhecimento científico é construído através de erros e acertos.

### *4.2.10 Possibilidade de desconstrução da visão exclusivamente analítica*

A visão exclusivamente analítica "está associada a uma incorreta apreciação do papel da análise no processo científico" (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 50). Esta visão evoca como constituinte da estrutura interna da ciência apenas a parte que se refere a análise, destacando o papel desempenhado pelas simplificações para a ciência, mas ocultando os esforços de unificação e construção entre diferentes elementos do fenômeno em investigação, ou seja, esquece-se a importância das sínteses para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Como já foi dito, a visão exclusivamente analítica não foi trabalhada durante a leitura e o debate de Rocha (2015) na intervenção didática, pois não foi possível apontar nos trechos lidos qualquer possibilidade de desconstrução dessa visão.

Entre a nona e 17ª aula da intervenção didática, a visão exclusivamente analítica foi mencionada apenas uma vez. No 14º encontro, no momento em que se discutia o quadro da Leitura 14 (Figura 4), A8 indicou que o quadro possibilitava a descontrução dessa visão. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 204 | A8 | Professor, eu li o texto e vendo esse diagrama, eu achei essa opção, exclusivamente analítica, porque ele tenta controlar as variáveis, entende? Ele tenta direcionar para onde ele quer que você interprete. E então ele esquece as entrelinhas e direciona a algo que seria complexo, para algo tão simples … tipo uma especulação. Eu entendi dessa forma, não sei se vocês concordam dessa maneira. |
| 205 | PP | Primeiro: você entendeu como uma desconstrução da exclusivamente analítica ou como um exemplo de uma visão exclusivamente analítica? Só para eu entender, A8. |
| 206 | A8 | Um exemplo … esse diagrama trata como exemplo de algo exclusivamente analítico. Está mais para a segunda opção. |
| 208 | P | E o que vocês têm a dizer? Porque o A8, pelo que eu entendi, está achando que a construção desse diagrama é analítica? [...] Será que é? |
| 210 | A8 | Ele controla ... pelo que eu entendi da exclusivamente analítica é que ela quer trazer uma análise mesmo. Ela esquece a variável, todas as entrelinhas do meio. E ele meio que mescla tudo para o alvo geral, para depois chegar onde |

| | | |
|---|---|---|
| | | que ele mais ou menos quer que você interprete. Não sei se é mais ou menos isso a minha visão. |
| 217 | PP | Eu penso na análise como simplificação, entende? Estou pensando no processo de análise como simplificação de um fenômeno complexo e é por isso que quando o A8 falou, me deu uma pulga atrás da orelha. Porque primeiro, isso aqui não foi feito pelo Gustavo (ROCHA, 2015), isso aqui foi feito por um físico *hard*. Entende? |
| 218 | P | É, é. |
| 219 | PP | Isso aqui pode conter uma visão deformada da ciência. Então, eu fiquei pensando assim, se isso aqui não é um caminho meio que analítico mesmo, se está partindo de um fenômeno complexo e está simplificando e simplificando até chegar em pequenos pacotes ali. Fiquei com uma dúvida. |
| 221 | A8 | Eu tive essa interpretação, de um pacote que ele foi tirando pedaços dele para depois... não sei … a exclusivamente analítica foi por causa disso, por causa da análise que ele quer trazer para você leitor, entende? Para você interpretar. |
| 244 | PP | Então o que a gente está procurando aqui é talvez desconstruções para essa visão. O exclusivamente analítico [...] pensa num processo de construção do conhecimento científico de maneira interna. Que seria assim [...] |
| 246 | PP | [...] O que é uma análise? Uma análise é a separação do objeto, é a simplificação do objeto a partir de abstrações e idealizações. [...]Você considera partes importantes desse objeto para aquele estudo e desconsidera outras. Então você simplifica esse objeto. E você idealiza também, ou seja, você considera coisas dentro desse objeto que não são reais, são ideais. Então a partir disso, você cria um modelo. [...] E aí entende-se a ciência somente como isso. Somente como um processo analítico, ou seja, somente partindo desse fenômeno complexo que eu vou simplificando até chegar numa fórmula. Entende? E esquece do processo de síntese. O processo de síntese seria a reunião de vários modelos teóricos, por exemplo, de várias teorias ou de várias concepções para a construção desse objeto, que é objeto da ciência, que é tão complexo. Um exemplo de síntese que a gente tem são as equações de Maxwell. Maxwell fez um processo de síntese muito interessante. Então as próprias equações de Maxwell desconstroem essa visão exclusivamente analítica, ou seja, existe o papel da síntese também. Não é só o papel das análises. Análises são importantes, e muito, para a construção do conhecimento científico. Só que tem esse processo da síntese também. Ok? […] |
| 259 | A1 | (…) Aqui nesse diagrama, eu não entendo muito bem inglês, mas aqui no diagrama será que ele não está representando os fatos históricos e englobando eles ao invés de reduzir em pequenas partes? |
| 260 | PP | Justo! Eu ia falar justamente isso. [...] Aqui nós não estamos partindo de um objeto complexo e estamos simplificando esse objeto em partes menores, em partes ideais ou partes abstratas para analisar esse objeto. Nós estamos aqui fazendo exatamente o que o A1 falou … basicamente … é a história. A história de como esses conceitos e como que essas teorias, essas experiências, como que esse mundo que eles estão discutindo aqui, está sendo construído. [...] Então eu acho que não é um exemplo de uma visão exclusivamente analítica e tampouco um exemplo de desconstrução dessa visão. |

Inicialmente, percebe-se que A8 esboçou, de certa forma, um pouco a compreensão sobre o processo de análise. Isso pode ser visto quando ele menciona que há um controle de variáveis a fim de alcançar uma simplificação (turnos 204 e 208), o que levou PP a refletir e posteriormente trazer a definição de uma visão exclusivamente analítica, a partir dos significados da análise e da síntese para a construção do conhecimento científico (turno 244). Por fim, A1 e PP voltaram à questão inicial realizada por A8 a fim de trazer uma resposta mais coerente com a pergunta (turnos 259 e 260).

Entretanto, apesar de ter ocorrido essa discussão a respeito da visão exclusivamente analítica, vale salientar que esta visão só foi mencionada por uma suposição de um estudante e não como as outras, ou seja, como possibilidade de desconstrução de uma visão deformada da ciência a partir da leitura e debate de Rocha (2015).

Dito isso e finalizada esta seção, na próxima seção será dada atenção à última categoria extraída dos dados analisados nesta pesquisa, que é a relação entre a ciência e outras formas de conhecimento.

### 4.3 Relação entre a ciência e outras formas de conhecimento

Inicialmente a discussão sobre a relação entre ciência e outras formas de conhecimento nem seria abordada neste trabalho, entretanto a partir da leitura e do debate dos trechos selecionados de Rocha (2015), tornou-se inevitável durante a intervenção didática realizar essa discussão.

Logo no início da nona aula, quando PP estava apresentando os principais pontos de Rocha (2015) que antecedem à seção 2.3 que iriam ler naquela aula, PP destacou o conceito de "desencantamento e reencantamento do mundo". Segue a fala de PP:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 01 | PP | [...] a gente vai estudar algumas seções do capitulo dois, mas vou apresentar aqui o que é que vem antes. Fiz alguns fichamentos do que é que vem antes só para ter uma noção sobre o conteúdo da tese como um todo. [...] "Este trabalho almeja estudar a história cultural do reencantamento do mundo pela teoria quântica através da biografia coletiva daqueles que foram os seus principais responsáveis começando no início da década de 70 na California e, em especial através dos estudos de casos das vidas e das obras de Frijof Capra e Henry Stapp. [...] Serão apontados dois aspectos ou duas descobertas a respeito do reencantamento do mundo. Em primeiro lugar, o fato de o reencantamento estar normalmente associado a esforços multidisciplinares. Em segundo lugar, o fato de o reencantamento normalmente responder à questão do significado no sentido mais geral da palavra. [...] O aspecto social do reencantamento do mundo pela teoria quântica envolve o desenvolvimento de meios alternativos de reprodução do conhecimento científico. Atenção especial será dada a estes patronos, a estas instituições alternativas que tornaram possíveis estas pesquisas alternativas". Prosseguindo: "o objetivo não é investigar a legitimidade das asserções, propostas, projetos e modelos teóricos dos personagens investigados. [...] o foco desta investigação são os processos de transformação das chamadas grandes questões dentro, fora e entre as fronteiras do discurso científico e acadêmico". ... Sabem o que é que são as grandes questões? Vocês sabem? O que a gente chama de grandes questões metafísicas? "Quem somos nós, de onde viemos, para onde vamos?" são questões que atualmente elas não se encontram dentro daquilo que chamamos de ciência, são questões metafísicas. "Encontra-se nestas fronteiras as formas de conhecimento negadas, rejeitadas, suprimidas, assim como as condições e os processos de sua reprodução. [...] O objeto de atenção desta pesquisa é a produção e a circulação de formas de conhecimento estigmatizado. O objeto desta pesquisa é o conhecimento científico rejeitado, em particular aqueles |

| | | |
|---|---|---|
| | | que tocam de algum modo em grandes questões geralmente classificados como pseudociência, especulação científica ou ficção científica. [...] O esforço desta pesquisa será delinear o contínuo retorno do simbólico, a permanência invisível das grandes questões, os desvios e as flexões das questões chamadas metafísicas. Este desvelamento do metafísico, do invisível, do simbólico pressupõe a sua ocultação, o seu esquecimento, a sua obliteração". Então aqui, o autor vai trabalhar com dois conceitos que são interdependentes, o conceito de "desencantamento do mundo", que é um conceito proposto por Max Weber e um conceito de "reencantamento do mundo". Então, o que é o "desencantamento do mundo"? É essa primeira parte aqui, ele ocorre em duas frentes. A primeira frente seria "o sistema de saberes [...] tornou-se especializado, pulverizou-se, fragmentou-se". Então isso acontece a partir de quando, né? O "desencantamento do mundo" acontece a partir da separação entre a religião e ciência durante o Iluminismo, então a partir disso você tem o que Max Weber chama de "desencantamento do mundo", o conhecimento fica cada vez mais fragmentado. E além disso, além do conhecimento ficar fragmentado a partir dessa época você tem também a questão sobre o significado do mundo, o sentido da vida, as grandes questões como aquelas que eu disse que se tornaram marginais, ilegítimas, pseudoproblemas, foram deixadas de lado pela ciência moderna. Max Weber denomina assim: "o desencantamento do mundo é o processo de racionalização em todos os níveis da sociedade que emerge a partir da constituição do modo de vida do ocidente moderno". Mas toda ação tem a sua reação e a sua reação é o "reencantamento do mundo", que é um movimento que é no sentido de recuperar aquilo que foi suprimido, ou seja, o movimento reativo. E aí que o autor da tese, que iremos ler, fala: "[...] a tentativa de recuperar as grandes questões e por conseguinte também a tentativa de recuperar certa unidade no sistema de saberes [...]". Esse movimento é o chamado "reencantamento do mundo". Então o que é que é o "reencantamento do mundo"? É uma retomada da busca pelo significado do mundo, pelo sentido da vida, pelas grandes questões e para se fazer isso busca-se uma unidade de saberes, diferente da fragmentação de saberes. [...] Como eu disse antes são movimentos interdependentes então um não existe isolado do outro, os dois existem em conjunto. Mas ora você vê um prevalecendo mais que o outro e dependendo de contexto do momento você vê um aparecendo mais que o outro, mas os dois estão sempre ali. [...] |
| 02 | PP | [...] Deixa-me só fazer um link que eu expliquei o que é que é reencantamento e não relacionei com teoria quântica. Eu falei que o reencantamento é a retomada pelo sentido da vida, pela busca pelos significados, pelas grandes questões ... além da busca pela unidade de saberes. Então quando o autor fala reencantamento do mundo pela teoria quântica é fazer isso com apoio da teoria quântica. Então quando fizeram isso com o apoio da teoria quântica surge esse movimento que o Gustavo (ROCHA, 2015) estudou, beleza? |

Apesar de não ter havido um diálogo a respeito do "desencantamento e reencantamento do mundo", sendo mais uma exposição realizada por PP, vale realçar essa fala, pois foi o primeiro momento da intervenção didática em que houve menção ao debate sobre a relação entre ciência e outras formas de conhecimento.

Já no décimo encontro, após a Leitura 2, quando se estava discutindo sobre a visão descontextualizada, A9 disse: "[…] ele cita até a parapsicologia … não é exatamente sobre o produto de caráter neutro, até onde eu sei a parapsicologia é uma pseudociência, não é?" (turno 19). Na sequência, PP respondeu que era para eles continuarem a leitura de Rocha (2015), pois poderia ser que, durante o debate do texto, o próprio A9 chegaria a uma resposta para a pergunta.

Ainda nesta aula, após a finalização da leitura da seção 2.3 de Rocha (2015), houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 102 | PP | […] deixa eu só mostrar aqui para vocês […] esse aqui é o livro mais famoso dessa época, vocês já devem ter ouvido falar: "O Tao da Física". [...] É um livro que alguns vão chamar de divulgação místico quântica, porque é um livro de divulgação científica que divulga o trabalho do Bell fazendo um paralelo … está aqui: "o Tao da Física, um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental" [...]. E esse é outro livro, que é a história desse grupo que nós estamos estudando … cadê? Eu iria marcar … (PP marcou *Fundamental Fysiks Group*) … esse é outro livro … "Como os hippies salvaram a física" … que descreve esses eventos que estamos vendo aqui e vocês vão entender um pouco mais nas próximas aulas também. |
| 103 | A7 | Falando sobre essa parte de misticismo e a física quântica, entre outras alegações da ciência, tem uma mulher, o nome dela é Gabriela. Ela tem um canal no *Youtube* que é "Física e afins", ela também tem uma página no *Instagram* e ela mora no Japão, se eu não me engano. Ela trabalha na área de materiais na física. E ela faz um trabalho de divulgação bem interessante nas redes sociais, que é desmentindo essas desinformações sobre a física. [...] Normalmente é sobre física quântica [...]. É bem interessante esse trabalho de desconstrução desses charlatões dos dias atuais, sabe? […] |
| 111 | A4 | *quem lembra da água imantada?* |
| 124 | P | O A4 lançou uma pergunta ali […]. O que você quer dizer com "água imantada", A4? |
| 125 | A4 | Há muitos anos tinha uma propaganda que passava na televisão e na rádio, de uma garrafa imantada que fazia bem para saúde e vinha o relato das pessoas que afirmavam que compraram a garrafa e começaram a melhorar. Só que a propaganda era assim, você tinha que tomar toda a água da garrafa … eram três litros de água todo dia e lógico, né? Você ficava hidratado e você iria ficar bem da saúde, né? |
| 126 | P | Poxa vida (risos)! |
| 127 | A4 | Água imantada porque a garrafa tinha imã do lado de dentro. |
| 131 | P | Não … isso daí é charlatanismo, né? |
| 134 | PP | Eu acho que é importante falar isso mesmo, A4, porque … isso que o A7 disse da professora estar lá rebatendo, eu acho que existe sim um charlatanismo, existe um mercado ganhando muito dinheiro a partir da ignorância das pessoas, que isso precisa ser combatido mesmo. Se usa da falta de conhecimento das pessoas para se ganhar dinheiro, então, realmente, eu também concordo, eu tenho grande dificuldade de ficar vendo essa palavra quântica a todo momento, mas … eu não consigo ver … essa história que estamos estudando da mesma forma, entende? O que eu vejo quando eu leio essa história é que é diferente, que ali existia uma seriedade por trás de uma possível implicação da teoria quântica. Não existia um charlatanismo como a gente está acostumado, então … mesmo para gente entender de onde surgiu todo esse charlatanismo, acho interessante a gente estudar essa história para ver como que surgiu, como que isso começou a partir de um não charlatanismo, que eu não acredito que o que a gente está estudando seja charlatanismo … o momento histórico que estamos estudando. |
| 135 | P | É … PP, isso já mexe um pouco o que o A9 perguntou lá sobre parapsicologia. |
| 136 | PP | Isso … não dá *spoiler* (risos). |
| 137 | P | Justamente … a linha divisória entre essas duas coisas é a pauta científica. Que quando está na pauta científica é científico, quando sai da pauta científica é pseudociência. Essa definição depende muito do momento, da pauta, do que que a ciência realmente está considerando ser científico no momento, na época. Para não dar nenhum *spoiler* (risos), essa é a resposta … vamos dizer assim parcial … |

| | | |
|---|---|---|
| | | o comentário parcial sobre essa dúvida, do que que realmente é charlatanismo … pseudo … falsa … pseudocientífico ou o que efetivamente é científico. Vamos encerrar, né? |

Inicialmente PP apresentou para os estudantes dois livros sobre o tema que estavam discutindo (CAPRA, 2006; KAISER, 2011) (turno 102), o que levou A7 a tecer um comentário sobre "misticismo e a física quântica". O estudante falou de uma página do *Youtube* em que uma professora buscava a "descontrução desses charlatões dos dias atuais" (turno 103). Depois disso, A4 trouxe um outro exemplo controverso associado à apropriação do conhecimento científico (turnos 111 e 125), o que foi considerado por P como charlatanice (turno 131). Por fim, PP chamou a atenção para o elemento mercadológico desses produtos, mas ponderou com respeito à diferença entre esses produtos e o momento histórico que estavam estudando (turno 134), sendo completado por P na sequência (turno 137).

Um ponto importante a se notar neste diálogo é que os estudantes e os professores de física já estão, de certa forma, armados contra a "charlatanice" envolvida nas apropriações da física. Sem dúvida, essas apropriações já fazem parte do dia a dia de todos e o fato de serem estudantes e professores de física parece trazer uma certa contrariedade, pois em muitos dos produtos comercializados com a alcunha de "quântico" não se tem uma preocupação com a legitimidade desse uso, cumprindo apenas uma característica que acrescenta valor comercial aos produtos. Neste sentido, torna-se importante, como dito por PP (turno 134), estudar como que essas apropriações se iniciaram e o que a física tem a ver com isso.

Já no 12º encontro, após a Leitura 8, seguida de um debate sobre as visões descontextualizada e aproblemática, A8 questionou a legitimidade de se relacionar a consciência com a teoria quântica, iniciando o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 94 | A9 | Professor, a minha dúvida é a seguinte: eles tiveram essa ideia de querer relacionar consciência e a física quântica, partindo da nossa perspectiva isso é algo ruim? Algo bom? Eles foram na inocência ou foram para buscar conhecimento mesmo? Foram ingênuos ou realmente a ciência tem que progredir nesse estado de inventar coisas loucas e lá no final realmente a gente vê se é o certo ou o errado? Como a gente analisa isso? Eu estou meio assim … em julgar o que eles fizeram, entende? |
| 95 | PP | Muito bom. Se você está com a dificuldade de julgar, isso já é uma coisa muito boa, viu A8. Porque qualquer pessoa que imediatamente lê isso aqui, já julga dizendo que isso é pseudociência, então você estar com dificuldade de julgar já é uma coisa interesante, porque você já está pensando criticamente sobre o que é ciência, certo? Veja bem, nós temos alguns pontos e depois o professor pode completar. Se tem um problema que é interno da própria teoria quântica, que é o papel da consciência na medição, isso a gente viu aqui quando falamos de teoria quântica [...]. É uma coisa que surgiu na própria ciência lá por volta de 1930. Qual era a relação da consciência? Falaram lá o Bauer e o … esqueci o nome do |

| | | |
|---|---|---|
| | | outro … falaram: "o colapso da onda durante a medição ocorre por causa da consciência do observador" e criou-se com isso um grupo de pesquisa, pessoas que tentaram investigar isso e isso chegou até os anos que aqui nós estamos estudando, final dos anos 60 e início dos anos 70. [...] E aí eu só estou falando da parte interna, estou demonstrando a história da questão interna da ciência, mas você tem que pegar também o que a gente chama de espírito da época, as coisas que estavam acontecendo ao redor. Então, aqui nós falamos de movimento hippie, movimento de contracultura, movimento por liberdades individuais, movimento feminista, movimento negro e tudo isso influenciava essas pessoas que estavam nesses institutos. [...] Então é um renascimento desse interesse sobre o papel da consciência para a física, porque é um momento também que se discutia o que é a consciência. E se a física pode ajudar a entender o que é a consciência, por que não? Veja que tem vários aspectos que te permite pensar nessa situação do que simplesmente falar que é ingênuo. Não é ingênuo. Tem uma coerência na pesquisa deles, tem um contexto que justifica a pesquisa deles e tem dentro da própria física elementos que justificam a pesquisa, que não é simplesmente uma loucura. O que vem depois disso aí tudo bem, né? Mas eu acho também que, P pode explicar melhor que eu, a especulação científica tem um papel muito importante para a própria ciência. E mais para frente nós vamos chegar em um ponto que vai falar da parapsicologia. Acho que na próxima aula ou nesta ainda, não estou recordando. Vamos ver que a própria parapsicologia, sem querer dar *spoiler*, para os cientistas da época era ciência, então até o fato de ser considerado ciência é uma questão também contextual, entende? O que é ciência hoje pode não ser ciência amanhã e vice-e-versa, o que não é ciência hoje pode ser ciência amanhã. Então é bem complexo, por isso seu questionamento é tão bom. Não sei se eu consegui responder, A8. |
| 96 | A9 | Ficou claro … deu para (inint.). |
| 97 | PP | Se o senhor quiser completar, P. |
| 98 | P | Eu só queria ser mais sucinto e dizer: sempre é bom para a ciência quando há uma controvérsia, uma divergência do *status quo* vigente. Então nessa época já existia uma mecânica quântica ortodoxa e algumas pessoas já estavam conformadas com ela, mas esse grupo é dissidente e heterodoxo, então, ponto para eles, porque eles conseguiram romper com aquele dogmatismo que toda Academia e todo ensino sempre teve. Todo ensino sempre foi dogmático, quem se rebelou contra ele foi rebelde, mas todo ensino tende por excelencia a ser dogmático. Esses caras conseguiram, se tem movimento psicodélico por trás disso, por trás de produtos quânticos e terapêuticas quânticas, eu acredito até que tenha assim como na *New Age*. O que era a *New Age*, a Nova Onda? Era uma procura de algum novo modo de viver, todo *New Age* é uma chamada para o que a gente vê (inint). Tem como crise existencial as nossas relações sociais e como elas se estabeleceram no capitalismo ou mesmo no comunismo. Como se estabeleceram as nossas relações sociais diante das novas tecnologias e dos desafios de convivência e sobrevivência que a gente tem. Então todo esse movimento aí criou uma necessidade de uma nova medicina, de uma nova abordagem holística, que conseguisse unir coisas diferentes, que tirasse a gente dessa fragmentação de colocar as coisas em uma caixinha. Todo esse contexto cultural vem se desenrolando, desde os anos 60, do movimento hippie e desencadeia aqui nos anos 80 e 90, no que a gente considera hoje como pós-moderno, que é a crise de identidade. Quem sou eu no meio desse tumulto todo de gente … sem identidade … como eu me identifico? Como eu crio minha identidade? Como eu me expresso? E isso tudo tem a ver com a consciência. [...] |
| 100 | P | […] então, quando entra um grupo de físicos quântico renomados, estudados em boas universidades, com dinheiro e fazendo uma coisa que aglutinou um monte de gente, isso constituiu uma verdadeira ciência ali, uma comunidade científica. Durou um tempo … só que agora nós estamos apenas com os subprodutos dela, agora a gente tem (risos) as terapêuticas quânticas e as coisas quânticas que são subprodutos desse movimento. Mas que ele foi sincero e legítimo, ele foi. Os caras estavam realmente atrás de explicar a consciência e explorar a consciência … de aumentar as nossas capacidades, de aumentar a nossa sensibilidade. Então, eu acho que esse é o contexto externo que explica porque essa influência externa |

| | | |
|---|---|---|
| | | se apropriou do problema interno que o PP falou. Que eram dois problemas grandes, o da superposição e o intrínseco a ele que era a questão do paradoxo de EPR, que é a questão da comunicação instantânea entre dois medidores, que é o problema que a desigualdade de Bell tratou, está certo? [...] |
| 103 | PP | E assim … só trazendo mais um dado que eu já até li aqui, que é o seguinte, se a gente pode medir ciência também por publicações … as pessoas gostam muito de dizer que a ciência parte da quantidade de publicação que tem … então tem um dado aqui que vou reler para vocês que é: "A partir de 1976, cerca de 20 a 30 artigos a cada ano começaram a aparecer, em 1980 haviam sido publicados sobre o teorema de Bell, cerca de 160 artigos, de todos estes artigos, 27% foram publicados nos Estados Unidos, sendo 72% desses autores membros do *Fundamental Fysiks Group*", ou seja, de 160 artigos, 31 eram desse grupo … então … estavam publicando artigos científicos, ou seja, é difícil deslegitimar esse movimento nesse momento e dizer que estavam simplesmente fazendo elocubrações científicas, vamos dizer assim. |

Pelos questionamentos realizados por A8 (turno 94), pode-se supor que o estudante estava se sentindo incomodado com o fato de a ciência estar sendo associada com "coisas loucas", mas ele se mostrou ponderado, pois se expressou em forma de perguntas e não procurou julgar o movimento estudado como pseudociência ou charlatanismo.

Na sequência, PP e P trouxeram alguns argumentos que precisam ser destacados. Por certo, os problemas enfrentados pelo grupo em estudo são oriundos da própria física e só foram pesquisados devido a um "espírito de uma época". Ademais, o número de publicações sobre o teorema de Bell produzido pelo *Fundamental Fysiks Group*, bem como o fato de a comunidade científica da época legitimar o trabalho realizado pelo grupo, são também importantes elementos que complexificam o debate sobre a atividade desenvolvida pelo *Fundamental Fysiks Group* ser ou não científica. Inclusive, até mesmo o autor de referência escolhido (ROCHA, 2015) se abstém de fazer este tipo de julgamento em sua tese.

Ainda no 12º encontro, após PP realizar a Leitura 10, mais uma vez, o debate voltou a se concentrar na relação entre a ciência e outras formas de conhecimento. Depois de PP perguntar, na sequência da leitura, se alguém gostaria de fazer algum comentário, houve a seguinte discussão:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 112 | A2 | *To esperando chegar na parte do colchão* |
| 113 | A7 | […] assim … isso é uma coisa que eu tento muito colocar meus preconceitos sobre esse tipo de assunto de lado, para eu poder falar com uma quantia considerável de razão. Sabe? Porque quando a pessoa começa a falar sobre esse tipo de terapia quântica para mim, tem uma parte da minha cabeça que já começa a fazer piada, deboche da pessoa: "você está de sacanagem com a minha cara, faço física e você vem com uma dessas para cima de mim" … |
| 115 | A5 | *Já vou tendo um pequeno avc na hora* |
| 116 | A7 | … é mais ou menos isso [...] mas ao mesmo tempo, tem uma questão interessante, que as pessoas tendem muito a acreditar nesse tipo de coisa e tem que ter um motivo por trás, tem que ter uma discussão ali, alguma coisa além da ignorância, além do … |

| | | |
|---|---|---|
| | | sei lá … |
| 118 | A7 | … do charlatanismo que faz as pessoas abraçarem isso e irem atrás e insistirem. A gente pode às vezes até fazer piada, tem essa carga de preconceito pesada em cima disso, mas quer queira ou não é um fenômeno, sabe? … |
| 121 | A7 | … Você não pode ignorar, as coisas funcionam assim e a gente tem que olhar para tentar dar uma analisada … olhar por cima ou até de dentro mesmo para ver o que move aquilo. Com certeza há de tirar alguma coisa interessante e isso para várias coisas … justamente por isso que eu falo de tentar colocar meu preconceito para longe, para eu poder ter uma visão mais clara do que que leva a isso, sabe? Esse tipo de fenômeno tem alguma importância para a ciência, alguma importância científica, apesar dele ser atualmente … esse tipo de movimento ser meio anti-ciência, né? |

Pode-se perceber que o trecho lido provocou os estudantes. Logo no início do diálogo destacado, A2 escreveu no *chat* uma piada referente ao tema, indicando que iria comentar quando a discussão fosse a respeito do "colchão" quântico (turno 112) e, em seguida, A7 caracterizou o movimento em torno das terapêuticas quânticas como "charlatanismo" (turnos 113 ao 118). Novamente, percebe-se que, para os estudantes de física, é difícil conviver com esse "fenômeno", sendo que, ao se depararem com isso durante a intervenção didática, alguns reagiram com ironia ou com piadas (turnos 112 e 115). Como dito, é complicado relativizar certos produtos e serviços que utilizam como propaganda conceitos tão específicos da física de forma indevida. Entretanto, como ponderou A7, trata-se de um "fenômeno" e que deve ter "alguma importância para a ciência" (turnos 118 e 121).

Na sequência deste diálogo, A8 trouxe um exemplo do seu cotidiano para questionar "o que trouxe essa *gourmetização* da física". Segue:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 126 | A8 | Eu vou complementar a fala do A7. É porque eu tive uma experiência de trabalhar com meu tio em uma época em um salão de beleza, no centro de Goiânia. É um salão de beleza bem nobre e o que você mais ouve falar desse tipo de coisa a respeito da teoria quântica, né? E eu fazendo faculdade ainda, trabalhava lá, eu pude observar e adentrar mesmo para tentar entender o que motivava as pessoas a ter aquilo. O que eu percebi é que há uma *gourmetização*. Sabe quando eles tratam a física como algo *gourmet*, como algo fino e por ser algo inteligente, algo difícil, que é para trazer isso para a vida deles. E eu queria saber de vocês o que trouxe essa *gourmetização* da física? Eles veem que é algo difícil e querem encaixar o difícil que é algo inalcançável na vida delas? O que eu enxergo é mais ou menos isso. É isso mesmo? Queria ver a opinião de vocês. |
| 128 | A10 | Na verdade … respondendo o A7 e também o A8. O A7 falou sobre o que move esse movimento de interesse ou de propagação dessa coisa aí da quântica. Quando você trabalha em uma era que você tem que atrair pessoas, você tem que usar alguns artifícios mentais e nessa era de tecnologia, está tendo muita coisa, *marketing* relacionado a isso […] e um dos gatilhos mentais que são usados é a autoridade. Você já viu o peso que tem quando você vai discutir alguma coisa e você fala assim: "não, isso daqui é comprovado cientificamente" ? … |
| 129 | A7 | *ja ouvi falar muito disso* |
| 130 | A10 | …quando você fala essa frase, a pessoa já lhe dá outro olhar, já lhe dá outra atenção. Então quando você relaciona ou correlaciona algo com a própria ciência ou com a própria Academia há uma sensação de que aquilo tem uma certa credibilidade. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Entendendo isso, o pessoal do *marketing* começou a usar esse artifício mental, esse gatilho mental como é chamado no *marketing*, justamente para que as pessoas se sintam mais seguras, que sintam confiança naquele produto ou naquela técnica que ele está propagando. E aí entra a discussão: como que a Academia pode absorver essa autoridade que a ciência tem? Como que a Academia pode transformar, aproveitar desse movimento que está sendo causado pelo *marketing*? |
| 134 | A13 | Quero entrar para o lado da … eu quero defender (inint.) … só para gerar discussão, mas … não é só em questão do campo quântico que as pessoas se afeiçoam à pseudociência. A pseudociência também é ensinada em algumas universidades. Eu estava vendo uns *stories* de uma amiga minha que faz veterinária e ela estava aplicando o método de acupuntura em animais e acupuntura é considerada pseudociência já faz algum tempo. E ela aprendeu acupuntura na faculdade, então não é só em questões de leigos que a pseudociência atua. Tem muitas pessoas que aprendem algo e não sabem que é pseudociência. Então eu acho que é meio preconceituoso você falar que uma pessoa é ignorante só por que acredita em algo desse tipo, por que é algo mais de senso comum, questão de se acostumar, talvez a pessoa nem saiba que é realmente uma pseudociência, que é algo que foge da nossa visão de ciência atual. Era só isso. |
| 147 | A3 | Voltando a pergunta do A8, não sei se o resto lembra o que ele perguntou: "por que que a física quântica é tão interessante de ser usada"? Então como algo tão difícil até para a gente, que tem um conhecimento privilegiado se comparado à maioria da população, é muito fácil de você deturpar, de falar que é isso ou é aquilo … por isso que é tão, digamos, charmoso para o tipo de pessoa que o A8 estava falando. Porque como é algo considerado *cult*, inteligente e você não consegue refutar porque é de difícil entendimento, fica fácil de a pessoa manipular e colocar em vários campos, em vários aspectos. Eu acho que a gente já falou isso inclusive durante as aulas anteriores, que nós não conseguimos explicar direito o que é. |
| 148 | A10 | *Show* A3 |
| 149 | A14 | *Exato colega, e principalmente , é rentável* |
| 154 | A10 | Completando a fala do A3, professor, a questão do não entender foi usada muito para humilhar ou colocar a pessoa em um estado de submissão e por isso também que eles usam muito essa questão do quântico. Se você não entende, por que está querendo questionar? |
| 160 | PP | Antes de passar a fala, só vou tentar dar uma sintetizada … o A13 falou de pseudociência. Eu entendo, mas eu tenho uma certa dificuldade de chamar algo de pseudociência, principalmente dentro da Academia, porque para eu chamar algo de pseudociência, eu tenho que dizer primeiro o que é ciência. E dizer o que é ciência, é muito complexo. Você afirmar o que é ciência e o que não é ciência é uma coisa muito complexa. Você tinha dito, por exemplo, que acupuntura não é ciência e aí você tem que apresentar os elementos para dizer o porquê que essa coisa não é ciência, porque se você falar: "não é ciência porque não tem uma comunidade científica". Tem uma comunidade científica, tem publicação, tem gente estudando seriamente a coisa, então o que diferencia das outras ciências? Eu não estou dizendo que é ou que não é ciência, só estou dizendo para você que para dizer que algo é pseudociência tem que se perguntar muita coisa antes de fazer essa afirmação e é por isso que eu tenho essa dificuldade. Só que ao mesmo tempo, isso não quer dizer que a gente vai legitimar tudo, que a gente vai escutar o cara vendendo um colchão quântico e a gente vai legitimar essa coisa e falar que isso é científico. Por isso que a gente trouxe essa discussão inclusive, porque é como disse o A10, a gente tem que descobrir o potencial disso. E o potencial disso, acho que é muito evidente, porque está tão no nosso dia a dia que nossos alunos estão falando disso, todo mundo na escola está falando disso e nós somos os professores de física que as pessoas vem perguntar isso. Então se a gente tem que falar disso e a gente tem que se posicionar sobre isso, nada melhor que ver a origem disso. Daí a partir do momento que você vê a origem, você vê o que que influenciou o início de tudo. Então lá na origem estava acontecendo isso e aquilo, que influenciou esse tipo de pesquisa … o que levou essas coisas surgirem lá atrás e chegarem até aqui? E aí são outros interesses, quais interesses tem por trás disso? Então é esse tipo de pergunta que a gente tem que responder. Eu teria dificuldade de falar, mas eu também não estou |

| | | |
|---|---|---|
| | | deslegitimando quem chama de pseudociência essas coisas, eu só tenho dificuldade. Acho que a pergunta do A8, o A10 já respondeu muito bem. Passa por uma questão de legitimidade [...]. E por último, o A10 que falou de usar isso, eu acho que é usar isso de maneira didática. Aproveitar disso para conversar com os nossos alunos, discutir isso e mostrar como que surgiu, o que tem por trás dos interesses de isso estar até hoje … eu acho que é uma boa forma de discutir essa situação. |

Após a problematização realizada por A8 (turno 126), A10 (turnos 128 e 130) argumentou que tal "gourmetização da física" se deve ao fato de que o mercado utiliza dessa estratégia como uma legitimação científica, o que tem sentido, pois, como já dito, grande parte da população ainda crê em uma ciência como sinônimo de verdade absoluta, fazendo com que o mercado aproveite desta ideia. Com isso, transforma-se o conhecimento científico em um instrumento que serve de artifício para legitimar certos objetivos mercadológicos (CAMPANARIO *et al*., 2001; MACHADO, 2017).

Em seguida, A3 afirmou que esta postura se deve também à dificuldade de entendimento a respeito da teoria quântica e que isso elevaria as possibilidades de deturpação conceitual dessa teoria (turno 147). De fato, as pessoas não têm acesso ao conhecimento sobre a teoria quântica, o que pode ser um importante elemento para que as apropriações indevidas não sejam questionadas pela maioria da população, mas é preciso dizer que, sem uma investigação específica sobre isso, não é possível fazer esta afirmação.

Além dessas falas, destaca-se também, no diálogo acima, a fala de A13, que apontou outro exemplo considerado por ele como sendo pseudociência e que, segundo o estudante, é mais grave, pois está presente no interior da "Academia" (turno 134). Esta fala foi colocada em dúvida por PP, na medida em que, para dizer que algo é pseudociência é necessário saber definir primeiro o que é ciência (turno 160), ou seja, algo que o trabalho aqui apresentado entende ser uma tarefa complexa de ser executada.

Com isso, deve-se ressaltar que, em vários momentos, os estudantes falam em "charlatanismo" ou "pseudociência", mas sequer buscam expressar o que levou ao nascimento destas ideias classificadas por eles como não científicas. Como mostrado neste trabalho, a depender do contexto, a ciência é desenvolvida dentro de horizontes e expectativas diferentes das tradicionais, além de hibridizações que desafiam a *big science*.

Já na 13ª aula, a discussão a respeito da relação da ciência com outras formas de conhecimento se iniciou a partir de um questionamento de A11 com respeito ao "tratamento quântico". Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 86 | A11 | Ainda no início deste ano, antes de a gente adotar as medidas da pandemia, eu conheci o pai de uma amiga, e ele sabia que eu era formado em engenharia e estava cursando o curso de física, e aí ele ficou muito empolgado e começou chamar atenção da mesa inteira e começou a falar que estava fazendo um tratamento quântico, que ele não entendia o porquê que era quântico e o significado de quântico, mas ele estava tomando uma vitamina lá basicamente e ... ele falava assim: "o A11 deve entender disso, o A11 deve saber explicar o que ele passou" ... eu entrei em um dilema, será que eu exponho? Porque ele falou que aquilo realmente estava fazendo bem para ele, que tinha mudado a vida dele, que ele estava mais feliz e que ele estava sentindo que todos os aspectos da vida dele estavam mudando ... aí a minha pergunta é que: como vocês (P e PP), profissionais mais experientes e com mais estudos aprofundados na física, como vocês lidariam com isso? |
| 88 | PP | A11 vou te contar um relato pessoal. Há um tempo, eu tinha uma namorada e ela me levou para fazer *Yoga* e eu fui fazer *Yoga* com ela e chegando lá a dona do centro de *Yoga* descobriu que eu era físico e ela tinha um centro de estudo quântico e ela me pediu para dar uma palestra e eu tentei ser o mais polido possível ... educado e tal ... de dizer que ... respeito muito o que ela está fazendo, o que ela acredita, mas dentro dos princípios da física que eu estudei e que eu ensino e tal, eu não tenho concordância com o que ela faz, mas que ela continue fazendo se está fazendo bem às pessoas ... simples assim, o que eu fiz. |
| 91 | A4 | *Eu passei por uma situação parecida, minha chefa disse que estava estudando quântica, quando foi me mostrar era coach quântico... eu fiquei sem jeito...* |
| 93 | A11 | [...] Eu queria te falar que assim ... existe essa questão de você respeitosamente não comentar nada e também a questão de você levantar a bandeira da física mesmo, que é você explicar a ciência e mostrar para o mundo o que é científico, o que é estudado e o que é mais uma teoria de *marketing* e aí ... o dilema que eu quero colocar é: temos que respeitar as pessoas, mas como profissionais da física a gente não tem que expor o que é científico ou não? |
| 96 | PP | Isso ... é muito boa a pergunta, porque já aconteceu comigo também. Aí foi uma prima, que estava igual o A4 falou, em um estudo quântico e ela veio perguntar para mim e aí eu sentei com ela e fui explicar para ela, inclusive eu expliquei essa história que a gente está lendo, como essa coisa surgiu e o porquê essa coisa não tem sentido ... aí sim eu fiz esse trabalho, mas eu não me senti na outra situação com esse papel, entende? Na outra situação, eu me sentiria mais no papel de caçador de bruxas do que de professor, diferente da situação em que eu estava com minha prima que eu senti mais no papel de professor ... é complexo. |
| 99 | P | Eu passei por isso só entre família. Na minha família tem bastante gente que usufrui desse tipo de tratamento, e eu faço é isso aí ... eu discordo do ponto de vista do meu conhecimento. Eu não endosso, enquanto conhecimento científico, mas o meu discurso é que nem tudo precisa ser científico. Então eu falo que não é científico, mas pode funcionar, eu acho que pode funcionar .... só que tem que ter claro que não é científico ... se você aceitar que você está fazendo uma coisa porque dá certo, porque a prática disso dá certo ... faça, tudo bem ... agora, por favor não chame de científico se não for científico ... eu reagi assim, sabe? Minha mãe faz um curso super legal de relaxamento corporal para idosos, específico para idosos e ela sarou de um monte de dores que ela tinha, com aqueles movimentos bem lentos e os caras meteram quântica em cima do negócio ... paciência que meteram quântica, mas que fez bem, fez bem ... não foi o quântico que fez bem para ela, o que fez bem foi o tipo de atividade física ... uma fisioterapeuta faz o negócio e põe o quântico só para ilustrar o *marketing*, mas que fez bem, fez bem ... então vou falar para ela que não foi científico, não tem nada ver com quântica, que aconteceu aí foi uma série de atividades? ... veja ... um idoso fazer parte de uma comunidade de discussão ... ela senta em frente do computador no *meet* para conversar com as amigas do curso, para discutir no curso ... ué, você quer terapia melhor? ... Então, assim ... é o tipo de coisa que justamente por isso, porque acaba que a prática dela mostra algum tipo de eficiência [...]. |
| 107 | A5 | Quando eu me inscrevi, vocês ainda não tinham falado algumas coisas e eu só ia |

| | | |
|---|---|---|
| | | reforçar mesmo essa ideia interessante que vocês falaram de expor ou demonstrar o que é científico e o que não é, porque pelo menos eu antes de ter um tratamento melhor sobre a ciência, quando falavam sobre esse tipo de coisa, eu tratava como verdade ou mentira e por exemplo, minha namorada mesmo, começou a complementar o tratamento que ela estava fazendo com remédio homeopático e quando ela falou isso pra mim, não foi tipo não é científico ou é, eu tratava como isso aí é mentira, não funciona, e para ela tem dado resultados, então ... é realmente demonstrar se é científico ou não e não se é verdade ou mentira, né? |
| 112 | A6 | Olha eu ia fazer uma colocação que aconteceu isso hoje comigo, um rapaz falando que estava tomando um *detox* quântico. Ele falou isso para mim mesmo: "estou tomando um suco *detox* quântico" e no momento que eu falei que fazia física, ele falou que eu devia entender então como o trem funciona, eu fiquei pensando ... não ... aí ... olhei e fiquei pensando ... analisando ... será que é verdadeiro? Será que ele estava zoando comigo porque eu faço física? [...] |

Como se pode observar, a pergunta de A11 estimulou a memória dos sujeitos da pesquisa, fazendo com que compartilhassem também de suas experiências envolvendo o assunto. PP discorreu sobre uma situação que passou com uma professora de *Yoga* (turno 88), A4 (Tuan) falou que teve uma experiência com sua "chefa" (turno 91), P mencionou sua família como exemplo (turno 99), A5 (Gustavo) trouxe a questão da homeopatia (turno 107) e A6 (Marcelo) mencionou a respeito de um diálogo que teve com um amigo sobre *detox* quântico (turno 112).

Todas essas falas evidenciam o quanto as questões sobre quântica estão presentes no dia a dia de todos, sendo que a partir do momento em que se abre para o debate, cada um consegue dizer a respeito de alguma experiência do cotidiano que tenha tido. Isso só reforça o argumento deste trabalho de trazer esta discussão para a formação de professores de física, pois defende-se que os futuros professores precisam entender a origem do "reencantamento do mundo pela teoria quântica" (ROCHA, 2015) antes de se posicionarem com respeito aos produtos quânticos atuais.

Neste sentido, A8 perguntou se "essa questão do quântico é algo cultural ou é algo do *marketing* ou é a mesma coisa" (turno 110), provocando a seguinte discussão:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 113 | A6 | [...] A8, eu falo para você, hoje se você for colocar o termo quântico, tá muito mais relacionado ao *marketing* do que a ciência, mesmo que a física quântica seja a ciência, mas as pessoas hoje usam quântica mais pelo capitalismo mesmo. |
| 120 | A3 | [...] a questão que o A8 levantou, o texto responde um pouco, se era algo só de *marketing* ou se era algo cultural, ou os dois ... que ... fala que o Capitão Quantum criou essa questão do circuito quântico, das terapias, das palestras ... criou esse personagem quando a questão da carreira acadêmica dele começou a ter uns percalços, mas ao mesmo tempo como você disse, quando teve a entrada das filosofias orientais e indianas no Estados Unidos, então eu acho que não dá para separar essa questão se foi mercadológico ou só cultural, porque se não tivesse um apoio cultural não venderia tão bem. |

| | | |
|---|---|---|
| 121 | A11 | Acaba que o mercado faz parte da cultura, acho que não tem jeito de separar uma coisa da outra. |
| 126 | P | [...] Eu entendi diferente a proposta do A8, vamos ver se ele me corrige ... eu entendi que ele está perguntando se afinal tem alguma coisa a ver quântica com essa conversa toda ou se é estritamente um jogo de *marketing*. Então, o que a gente está discutindo aqui é exatamente essa tentativa de apropriação de uma teoria que vem da física e mexe com um certo conjunto de conceitos que abriu a porta para outras apropriações ... então ... a mecânica quântica tem culpa também, dentro desse processo de servir de *marketing*, de estar sendo explorada pelo *marketing*? Tem, né? ... |
| 128 | A8 | *Isso* |
| 130 | P | ... Foi justamente essa entrada dos físicos na discussão é que permitiu essa apropriação, porque se você fosse esperar que os leigos viessem aqui saber de nós, se tem alguma coisa na mecânica quântica que poderia usar ... os leigos não iam saber nunca se apropriar disso aqui, vindo de outras áreas, quem se apropriou da cultura oriental foram os físicos. Então a culpa é nossa! (risos) A culpa foi deles, porque não aconteceria o contrário, a física abriu a porta ... então essa é a questão ... o PP estava me contando hoje a tarde que encontrou uma tese em que a pessoa defende a parapsicologia e diz: "acusam a gente de não ser científicos, mas está aí a mecânica quântica para provar que a gente é científico", então quer dizer que ... abrimos a porta, né? A A14 também ... convidada do A2, na aula passada estava falando assim: "as pessoas usam o quântico sem saber o que é ... é um nome chocante, interessante". Quântico por si já suscita alguma coisa diferente, novo, inusitado, mesmo não sabendo absolutamente do que se trata ... tanto que a pessoa está lá fazendo um tratamento quântico e encontra um físico e pede: "pelo amor de Deus me explica aí o que é quântico porque não estou entendendo", até porque de quântico mesmo nesse tipo de coisa não sobrou nada. [...] |
| 133 | PP | [...] Acho muito interessante a discussão, anotei algumas coisas aqui ... essa discussão mostra o quanto isso é complexo, o quanto esse fenômeno ... esse fenômeno quântico (risos) ... é complexo. Porque ele tem uma origem dentro do seio científico e essa origem traz elementos novos para a discussão, então é por isso que a gente quis trazer esse episódio histórico para vocês. Para vocês terem um novo elemento para essa discussão, porque vocês vão ser sempre inferidos, sempre perguntados sobre a quântica, porque vocês são físicos, são professores de física, então é importante saber como isso começou. |

A6 respondeu à pergunta de A8 caracterizando o movimento em questão "mais relacionado ao *marketing* do que a ciência" (turno 113); A3 utilizou do próprio texto em estudo para responder (turno 120) e A11 chamou a atenção para a dificuldade de se separar "cultura" de "mercado" (turno 121). Em seguida, P disse ter entendido a pergunta de A8 de forma diferente (turno 126), o que foi confirmado pelo próprio estudante (turno 128), levando P a fornecer uma outra perspectiva de resposta, em que P destacou o papel dos físicos envolvidos para que os eventos e os produtos oriundos desses eventos pudessem existir (turno 130), sendo completado por PP (turno 133).

Sem dúvida, assim como expresso por Machado (2017), realmente é impossível não se incomodar ao ver como os conceitos ligados a teoria quântica têm sido banalizados pelo mercado, inclusive com a promessa de cura de doenças via terapias quânticas. Por outro lado, demarcar aquilo que é legítimo ou não é uma tarefa bem complexa, tornando-se

necessário analisar todo este processo de diferentes formas e principalmente, em dois momentos distintos. O primeiro, no que tange às origens do movimento, como apontado por P e PP (turnos 130 e 133), e o segundo, em que os resultados deste são utilizados apenas para fins mercadológicos. Para o que aqui se pretende, o foco foi no primeiro aspecto, mas como se pode constatar nas falas dos estudantes, foi inevitável discutir as consequências que o o "reencantamento do mundo pela teoria quântica" (ROCHA, 2015) trouxe para a sociedade atual.

Nesta perspectiva, ainda no 13º encontro, A10 quis saber como se pode argumentar "quanto a credibilidade desses produtos que estão sendo vendidos por aí", se "nem a própria Academia ainda tem uma certa firmeza para debater sobre a quântica" (turno 147). Então, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 153 | PP | É que eu acho assim, A10 ... as coisas que aparecem para nós, no nosso dia a dia, sobre esse tópico, elas não estão nesse nível de discussão, entende? Elas não estão nessa profundidade de discussão ... |
| 154 | A10 | Ah, sim, entendi. |
| 155 | PP | Qual é o tamanho do objeto que sofre um comportamento quântico e um clássico? Não, eles estão pegando uma bola de basquete, como aquele filme que eu mostrei para vocês … estão pegando uma bola de basquete e colocando a bola de basquete em uma superposição quântica, entende? Então nesse ponto a gente tem argumento para dizer: "Não, isso não se comporta quânticamente". (…) |
| 156 | A10 | São extremas, né? |
| 157 | PP | Forçada e extrema, isso a gente dá conta de argumentar, entende? Eu acho que enquanto professor a gente tem que argumentar, porque … |
| 158 | A10 | E obrigação, né? |
| 159 | PP | … enquanto professor sim, eu acho que é obrigação. Na rua … sair queimando igrejas quânticas, aí não (risos). Mas enquanto professor sim, você está em sala de aula e você é o transmissor do conhecimento científico, você foi formado para isso, então acho que é legítimo. Você tem que fazer, mas … entende a diferença? Eu acho que está longe … assim (PP abre os braços) … eles estão aqui (balança uma mão) e a discussão na Academia está aqui (balança outra mão) … é muito mais profunda. |

O que parece é que, para A10, o fato de haver lacunas e controvérsias no interior do debate acadêmico a respeito da teoria quântica dificultaria qualquer argumentação contrária as apropriações indevidas da teoria. Só que para PP, isso não se justificaria, posto que se trata de debates que possuem objetivos distintos e estão em profundidades diferentes em termos conceituais (turnos 153, 155 e 159).

Ao final da aula, P ainda trouxe uma contribuição a respeito do que ele considera ser necessário para classificar algo como sendo científico. Segundo P:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 160 | PP | Eu só fecharia essa questão sobre ser científico ou não, recorrendo a uma interpretação do Thomas Kuhn, de que hoje para gente definir o que é científico a gente recorre a própria comunidade científica, quem diz o que é científico ou o que deixa de ser científico é a Academia, a comunidade científica. Então hoje ter uma postura científica é ter uma postura de consultar essa comunidade científica, então você vai fazer uma busca na internet e você vai aceitar qualquer resultado? Não. Você tem que aceitar o resultado de uma revista que tenha realmente autoridade no assunto, que tenha um corpo editorial, que tenha um *referee*, um corpo científico por trás e aquilo você vai passar a considerar científico … fora desse universo, da produção científica não tem como você definir o que é científico […]. |

Com efeito, a comunidade científica é um importante elemento a ser considerado em uma busca por demarcação científica, inclusive, no 15º encontro, após PP realizar a Leitura 16, a relevância da comunidade científica para o debate foi novamente colocada em destaque. PP questionou: "Se fizermos aqui uma pesquisa entre nós e questionarmos se parapsicologia é ciência ou não, eu acho que vão dar todas respostas dizendo que não, certo?" (turno 121). Após isso, P e PP propuseram uma enquete aos estudantes, gerando as seguintes respostas:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 125 | A8 | *Não* |
| 126 | A4 | *Não* |
| 127 | A7 | *não* |
| 129 | A2 | *Sim* |
| 130 | A10 | *Não* |
| 131 | A9 | *Não* |
| 132 | A13 | *não* |
| 133 | A16 | *Não* |
| 134 | A10 | (inint) então não é? |
| 135 | A12 | *Não* |
| 136 | A15 | *Não* |
| 137 | A17 | *acho que não* |
| 140 | A18 | *Não* |
| 141 | A5 | *Não* |
| 150 | PP | Olha só … então nós tivemos aqui … acho que não vai dar para ler mais, vamos conversar sobre isso … vou parar a apresentação … então foram … eu e P não votamos … apenas um voto sim, né? |
| 155 | PP | A2, por que é que você justifica que sim? |
| 156 | A2 | Cara, eu vou até fechar a porta aqui para eu não arrumar confusão … só um minuto … tenho um histórico muito grande com psicologia, com parentesco, eu convivi muito já, já li bastante. Então assim é uma coisa que para mim é como a física, então sim, eu acredito que a psicologia sim é uma ciência porque ela estuda o comportamento humano, ela tem toda a sua teoria científica, ela tem os seus métodos científicos. Já a parapsicologia não é igual responder sim ou não, porque a psicologia teve essa discussão de que se era ciência ou não, hoje não tem mais essa discussão, hoje é sim confirmado que é uma ciência. Mas a |

| | | |
|---|---|---|
| | | parapsicologia desde que siga os métodos científicos e seja discutido numa sociedade científica, não vejo problema de dizer que não é, entendeu? Não precisa confirmar que algo existe … precisa ser estudado … precisa ter embasamento teórico e científico … é isso. |

Como se pode verificar no início do diálogo, de todos os estudantes que participaram da enquete, apenas um opinou que sim e, em sua justificativa, A2 mostrou-se preocupado com sua fala, visto que estava em sua casa e, aparentemente discutir este assunto poderia causar alguma "confusão", pois segundo o estudante ele tinha "um histórico muito grande com psicologia, com parentesco" (turno 156). Este é um ponto que causa certa dúvida se A2 estava se referindo à parapsicologia e se expressou de forma equivocada ou se realmente quis dizer psicologia.

Em seguida, A2 utilizou novamente a palavra psicologia, mas trazendo–a como um exemplo de algo que já foi considerado como uma atividade não científica, mas que agora é, o que poderia acontecer com a parapsicologia também (turno 156). Esta fala de A2 provocou o debate, inclusive levando alguns estudantes a terem dúvidas a respeito da parapsicologia ser ou não uma ciência. Segue o diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 158 | A10 | Eu mudei de ideia, agora eu acredito. |
| 159 | A1 | Eu ainda estou em dúvida, porque a gente ainda só viu o que não é ciência e assim é a minha dúvida: naquela época a parapsicologia foi considerada como ciência? |
| 160 | PP | Eu iria fazer essa pergunta (risos) … respondam à pergunta do A1? … Pelo o que acabamos de ler. |
| 161 | A5 | Pelo visto sim, porque a *NASA* patrocinou. |
| 162 | A7 | *pelo visto sim* |
| 163 | A13 | Não … pelo texto, não |
| 164 | A1 | Eu também acho que ela foi considerada naquela época como ciência. |
| 165 | PP | Vou voltar aqui e vou marcar … que é um dado que eu acho muito interessante e que nos ajuda a pensar. Isso aqui: … |
| 167 | PP | …"em 1969 a Associação de Parapsicologia criada em 67 afiliou-se a Associação Americana para o avanço da ciência, a sua aceitação para o avanço da ciência torna-se compreensível quando leva-se em consideração que pesquisas revelavam que nove a cada 10 cientistas consideravam legítimas as pesquisas em *ESP*". (PP leu sem apresentar na tela). Então a pergunta que eu faço para vocês é: dentro daquilo que a gente leu, daquilo que a gente já conversou aqui, o que é que torna algo, uma atividade ser científica ou não? Porque pelo o que a gente chegou na conclusão, atualmente … a maioria disse que não … não é ciência … agora a gente lendo aqui e aí provavelmente não tem essa pesquisa … mas se fizermos uma pesquisa lá no Instituto de Física, por exemplo, provavelmente, vai dar a maioria dizendo que não, mas quando fizeram essa pesquisa lá em 1979, a maioria dos cientistas disseram que sim, então o que é que modificou isso? |
| 171 | A8 | O que eu percebo, na minha visão … eu já li o livro Thomas Kuhn e ele trata muito fortemente a questão da comunidade científica e o que eu vejo aqui, a gente sempre se depara nisso, na questão da comunidade científica. A |

| | | |
|---|---|---|
| | | comunidade científica é mutável, como a sociedade também, ela muda. E naquela época, a comunidade científica aceitou na sua ideia de nove em dez aceitaram, então se tornou como científico, porque a comunidade científica abraçou a ideia. E hoje talvez tenha essa discussão se é ou não, porque eu creio que não é que o veredito final seja da comunidade científica, mas ela tem um peso muito grande em dizer se é ou não. |
| 176 | A5 | Eu ia dizer mais ou menos o que A8 já disse que …para algo ser ciência na concepção que a gente tem de aceitação … era a comunidade científica dizer … se eles abraçavam a ideia ou se eles não abraçavam. O que eles rejeitavam não era ciência, o que eles aceitam é ciência, então nove de dez meio que aceitaram, então isso é ciência. |
| 189 | A10 | Porque eu acho que assim … parte também da questão de considerar ciência a partir do ponto que as pessoas não conheciam … então, deixam eles produzirem e aí depois a gente tenta salientar se isso é de fato ciência ou não, porque meio que já dizer "não, isso não é ciência", sem eles produzirem nada não teria como. E voltando aquele ponto lá, a ciência também não é rígida, então ela muda, por isso que acabou mudando as concepções com o passar do tempo, como também mudaram diversos outros pontos da ciência. |
| 191 | A13 | Não ia falar, mas vou falar. Também tem a questão de que a gente definir o que é que era ciência antigamente naquele tempo e o que as pessoas tinham a visão de o que é que era ciência. |
| 192 | A4 | A13, desculpa cortar, mas eu não estou entendendo nada. Está muito baixo, A13. |
| 193 | A13 | Desculpa aí … melhorou? … é … a concepção do que era ciência naquele tempo e o que é que é ciência hoje pode ser diferente também, então você afirmar que aí nove de dez cientistas aceitaram aquilo … aceitar não significa que aquilo se torna ciência, porque a concepção também muda, não é só a comunidade que muda, as concepções também mudam. |

Após a pergunta de A1 (turno 159), alguns estudantes se manifestaram respondendo afirmativamente à pergunta. Em seguida, PP utilizou de um trecho de Rocha (2015) para provocar a discussão a respeito do tema (turno 167), sendo respondido pelos estudantes que evidenciaram o contexto de uma época como determinantes para a concepção de ciência da própria comunidade científica (turnos 171 ao 193), ou seja, mais uma vez, a comunidade científica foi colocada como referência para se demarcar o que é ciência ou não.

Na sequência da discussão, P chamou a atenção de PP para que a discussão voltasse ao objetivo principal da intervenção didática, que era de encontrar, na leitura e no debate de Rocha (2015), possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência. Com isso, houve o seguinte diálogo:

| TURNO | NOME | TRANSCRIÇÃO |
|---|---|---|
| 194 | P | Então … PP … vamos voltar aqui ao nosso interesse que são as concepções deformadas, eu acho que já houve aqui uma menção a uma concepção deformada e você também deve estar tentando extrair aqui desse trecho alguma ideia de desconstrução … assim … para ajudar essa intenção de revelar um elemento de desconstrução fica esse fato de que uma vez a comunidade científica reconhecendo que é científico passamos a aceitar que era científico … é a história que o Kuhn fala que é científico aquilo que os cientistas disserem que é científico, não tem outro critério. Então isso quer dizer que não tem nenhum critério dizer assim: "olha, o seu método é mais científico do que |

| | | |
|---|---|---|
| | | o outro método", "esse método aqui é que é o correto", "esse aqui que levou essa verdade aqui", "esse método que levou essa verdade é que é o próprio científico". Não, os caras mesmo, os próprios cientistas admitem que as vezes sem métodos, sem evidências, sem nada, mas se você tem um problema você já é cieníific o e eles tinham um problema … um problema para investigar e se você tem um problema para investigar até enquanto você tem um problema e esse problema não foi solucionado, ele está na pauta e ele pode se tornar científico. Então acho que isso aí ajuda um pouco a gente a entender que desconstrução é essa? Desconstruímos o que …exatamente? Vamos ver se eu ajudei. |
| 196 | A10 | Professor, só uma pergunta, se tem um problema pode se tornar científico ou se tem um problema é científico? Ficou meio dúbio aí. |
| 197 | P | Pode se tornar, desde que ele ganhe uma comunidade de pesquisadores. Se tem um problema e tem um bando de gente tentando desenvolver um método para resolver aquele problema, que foi o que aconteceu naquela época, a sociedade americana resolveu: "vocês têm um problema, vocês estão correndo atrás, vocês tem um bando de gente fazendo isso, estão escrevendo que vocês estão fazendo, vocês estão fazendo ciência. Se não estiverem mais fazendo isso, se agora for tudo conversa fiada, nós vamos tirar a denominação de científico deles" … e aí associação nenhuma mais talvez precise fazer isso … e aí cada um de nós vai dizer: "nisso aí eu acredito, naquilo ali eu não acredito", depende do tipo de convencimento e justamente de metodologia que eles apresentarem para a gente. |
| 199 | A7 | Assim … falando … pegando isso tudo que a gente está discutindo ... eu meio que percebo … por exemplo, até se você olhar como para conceitos como a falseabilidade e de paradigma … assim uma das características principais da ciência, senão ela não vai ser ciência, é que ela é definida, ela pode ser definida, mas, por exemplo, aqui e agora, talvez amanhã ou daqui há um ano, daqui há uma década ela não vai ter essa mesma definição. Eu acho que isso, essa dificuldade de se definir ciência permanentemente ou pelo menos … assim como um contínuo … é uma das características principais dela e isso é algo assim que me encanta muito na ciência, que faz eu querer trabalhar com ela, porque se a gente for parar para olhar os fenômenos, as nossas visões a gente vai desenvolvendo e a gente pode mudar de opinião ou então depende dos interesses econômicos, geopolíticos que a gente está vivendo, do momento desse sistema em que a gente vive. [...] |
| 202 | P | [...] Então assim, a comunidade toda admitiu que existia um problema, então [...] antes que a comunidade se pronunciasse ninguém ia afirmar que aquilo era científico. Mas, uma vez a comunidade ficou sabendo que existia aquela turma atrás daquele problema e com algumas evidências experimentais, algum cara, pelo menos um Uri Geller da vida fazendo telecinese e telepatia … os caras falaram: "vamos investigar isso aí, cara, isso aí é digno de investigação". Como alguém disse aqui antes, seria complicado falar assim: "não, isso aí não interessa, larga mão, não vamos investigar não". Então assim, se vamos investigar, vamos investigar cientificamente. Então elegeram a comunidade a uma categoria de científica, mas também cobraram e falaram: "então, agora … agora mostrem aí ao que vocês vieram … não é assim também, vamos dar o dinheiro e ficar por isso mesmo". |
| 208 | PP | E eu chamei atenção para esse tópico para desconstruir … já está acabando a aula e eu vou falar … desconstruir uma visão descontextualizada da ciência, no sentido que não é só a ciência que é contextualizada … não é só o resultado da ciência, não é só o produto da ciência que é contextualizado, o processo de fazer ciência, mas também aquilo que é ciência, aquilo que é considerado pela comunidade científica como ciência … o que é considerado pela comunidade … o que é legítimo … a legitimidade da ciência, a validade da ciência também ela é contextualizada, ela também ocorre dentro de um contexto. E eu acho que esse texto nos mostra isso, se hoje nós fazemos uma pesquisa aqui entre nós e consideramos … ou se fizermos talvez uma pesquisa mais ampla e considerarmos que parapsicologia não é ciência … tantos anos atrás, a parapsicologia era considerada como ciência, então existia um outro contexto e |

| | | |
|---|---|---|
| | | esse outro contexto talvez entendesse parapsicologia como ciência, ou seja, existia uma comunidade científica que dentro daquele contexto entendia como tal. Então, o fato de ser ciência também é contextual, não só a ciência em si. |

A fala de P gerou uma dúvida em A10 com respeito ao papel do problema enquanto caracterização de ser científico ou não (turno 196), sendo respondido por P, que, novamente, trouxe como elemento fundamental a comunidade científica (turno 197). Então, A7 ressaltou mais uma vez a questão do contexto para se fazer uma definição de ciência e PP finalizou o debate afirmando que o objetivo de provocar essa discussão era mostrar que a demarcação científica também é uma questão que depende do contexto, o que possibilitaria a descontrução de uma visão descontextualizada da ciência.

Por fim, vale enfatizar, mais uma vez, o quanto a relação da ciência com outras formas de conhecimento se encontra presente no dia a dia das pessoas, pois desde o primeiro parágrafo, lido na nona aula, os estudantes se mostraram interessados e participativos, trazendo elementos de seus cotidianos e, algumas vezes, tirando conclusões que até mesmo surpreendiam o professor e o professor-pesquisador. Como dito antes, realizar esta discussão não era um objetivo inicial do trabalho, mas inevitavelmente ocorreu, se revelando inclusive como uma categoria de análise.

Encerrado este capítulo, agora é o momento de fazer a “última viagem” de volta ao objeto desta pesquisa, a fim de apresentar uma resposta final ao problema de pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho aqui apresentado, todo o processo de pesquisa foi guiado pelo método materialista histórico de investigação, em que os pesquisadores precisaram se colocar como sujeitos ativos na elaboração do conhecimento científico, em busca de compreender o movimento real do objeto. Sendo assim, iniciou-se o trabalho identificando o concreto como sendo **a relevância do estudo sobre a origem do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física**. Em sua aparência, este objeto amplo se apresentou como uma realidade complexa e caótica, o que fez com que, para compreendê-lo, fosse preciso, primeiramente, chegar às determinações mais simples, por meio de processos analíticos.

Para iniciar esta análise, optou-se por buscar entender o que a história e a filosofia da ciência entendem por natureza da ciência. Esta primeira análise, apresentada no primeiro capítulo da tese, mostrou que o debate sobre a natureza da ciência pode ser realizado por uma via consensual, ou seja, para fins educacionais se pode admitir certos consensos sobre a natureza da ciência. Dessa forma, escolheu-se realizar o debate sobre as visões deformadas da ciência como referência para discutir a natureza da ciência.

Contudo, ainda nesta análise, percebeu-se que essa estratégia poderia reduzir ou simplificar por demais o debate sobre a natureza da ciência, sendo necessário mais uma vez olhar para o objeto de investigação.

Neste novo processo analítico, que foi apresentado no segundo capítulo da tese, pôde-se perceber o quanto os elementos teóricos e epistêmicos relacionados à teoria quântica são importantes para se entender o "reencantamento do mundo pela teoria quântica". Além do mais, por meio desta análise, foi possível perceber também que, mesmo relevantes para a compreensão da origem do *Fundamental Fysiks Group*, somente estes aspectos não são suficientes para se compreender toda a complexidade dos eventos ocorridos à época. Dessa feita, os aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos também foram evidenciados neste trabalho.

Esta análise forneceu mais argumentos para se olhar novamente o objeto de investigação, já que agora se tinham determinações acerca do contexto histórico e uma perspectiva teórica para se estudar esse contexto. Após a realização de um estado do conhecimento de pesquisas brasileiras realizadas na área de pesquisa em Ensino de Física a respeito do uso didático da história e filosofia da ciência, apresentado no terceiro capítulo da tese, identificou-se a necessidade de se fazer intervenções que promovam o debate sobre a

natureza da ciência em sala de aula, o que levou à proposta de uma intervenção didática num curso de formação de professores de física. Como apresentado, esta intervenção ocorreu na disciplina de Prática de Ensino III do curso noturno de Licenciatura em Física da UFG.

Em buscas por respostas ao problema de pesquisa, foram selecionadas nove das 17 aulas ministradas (da nona à 17ª) para se transcrever e analisar, pois foram nestas aulas que se utilizaram os eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para se debater as visões deformadas da ciência. Através dessa análise, apresentada no quarto capítulo da tese, procurou-se apropriar da realidade que se encontrava à frente, na intenção de compreender o movimento da atividade desenvolvida. Neste processo extraíram-se três categorias: **dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas da ciência**; **possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência**; **relação entre a ciência e outras formas de conhecimento**.

Da análise dessas categorias pôde-se retirar algumas considerações importantes. Uma primeira consideração foi sobre a confusão quanto à definição das visões deformadas da ciência a partir da leitura dos textos de referência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005), como apresentado na categoria "**dificuldades com a classificação e definição das visões deformadas**".

Como se pôde perceber, essa categoria mostrou que o professor e o professor - pesquisador não tinham um domínio sobre as visões deformadas da ciência e que foram se apropriando desse estudo no decorrer das aulas. Mesmo que tenha havido um preparo e planejamento por parte de ambos, a análise revelou que, por serem sujeitos da pesquisa, juntamente com os estudantes, tanto o professor quanto o professor-pesquisador também estavam tentando se apropriar do contexto de criação do *Fundamental Fysiks Group* como tema potencial para a discussão da natureza da ciência a partir da possibilidade de descontrução de visões deformadas, o que justifica as confusões ocorridas durante a intervenção didática.

Outro ponto a se considerar também, a partir da análise dessa primeira categoria, é que, para a realização da leitura e do debate de Rocha (2015), foi necessário separar as visões deformadas da ciência, pois trabalhar com grupos de visões se mostrou bastante complicado para o contexto histórico escolhido.

Além disso, mesmo separadas, a possibilidade de desconstrução das visões deformadas da ciência a partir do estudo dos eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* estava mais explícita em algumas do que em outras. A análise da

categoria "**possibilidades de desconstrução das visões deformadas da ciência"** mostrou que as possibilidades de descontrução das visões **descontextualizada**; **individualista**; **elitista**; **aproblemática** e **ateórica** foram diretamente discutidas a partir da leitura e do debate de Rocha (2015), enquanto as possibilidades de descontrução das visões **ahistórica**; **acumulativa e de crescimento linear**; **empírica-indutivista**; **rígida, algorítmica e infalível** e **exclusivamente analítica** mostraram-se difíceis de serem trabalhadas a partir desse estudo, em especial pelo fato de o autor não ter adentrado na discussão conceitual relativo às questões internas da ciência. Isso pode ser um indicativo de que, a depender do contexto histórico, seja necessário selecionar determinadas visões deformadas da ciência e desconsiderar as demais.

Por fim, um último ponto que merece destaque – e que aparece na apresentação da última categoria de análise "**relação entre a ciência e outras formas de conhecimento"** – é a complexidade de se definir o que é ciência e o que não é. Essa é uma contradição que vem sendo evidenciada desde o início do trabalho, uma vez que logo após a primeira análise optou-se por uma abordagem que ressaltava o que não é ciência, pois como dito, dizer o que é ciência se mostra uma tarefa difícil.

Só que, para além da discussão feita no primeiro capítulo deste trabalho, a análise dessa terceira categoria mostrou que essa contradição se encontra presente também na própria escolha da origem do *Fundamental Fysiks Group* como tema para se discutir a natureza da ciência, pois parte-se da premissa que os eventos ocorridos em torno desse grupo foram eventos científicos. Mas, cabe aqui a pergunta: as atividades exercidas por esse grupo eram científicas?

Apesar de não ter sido objeto da tese, este questionamente é importante, pois no trabalho aqui exposto tem-se como foco o estudo dos eventos ocorridos em torno desse grupo para o debate sobre a natureza da ciência. E é neste ponto, em que a análise da categoria apresentada anteriormente, se mostra relevante, pois foi através desta que ficou evidente o papel da comunidade científica como peça fundamental para se demarcar o conhecimento científico.

Por vários momentos, como se pôde observar a partir das falas analisadas e apresentadas, percebe-se o quanto foi importante diferenciar os eventos ocorridos durante o surgimento do *Fundamental Fysiks Group* das terapias e produtos quânticos atuais, destando com isso o papel da comunidade científica como demarcadora da ciência.

Dessa forma, a análise da ultima categoria traz um indicativo que, para entender a natureza da ciência, em especial a demarcação científica, é necessário partir de uma compreensão da e sobre a comunidade científica. Contudo, por não ser o objetivo desta

pesquisa, esta possibilidade de investigação fica como proposta para futuros trabalhos, pois não é possível tirar conclusões a respeito disso a partir da pesquisa aqui exposta.

Dito isso, após esses apontamentos e findado o último processo de análise, volta-se agora, nessas considerações finais, ao objeto de investigação, a fim de olhar uma última vez para o concreto, que é **a relevância do estudo sobre a origem do *Fundamental Fysiks Group* para o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física**.

Como resultado, a pesquisa mostrou que o estudo dos eventos sobre a origem desse grupo auxilia a entender melhor a natureza da ciência e como ela dialoga com outras formas de conhecimento, em uma perspectiva que concebe o conhecimento científico como sendo fruto do desenvolvimento de homens e mulheres que inseridos num determinado contexto são suscetíveis a influências internas e externas às suas atividades.

Portanto, a tese aqui defendida é que **compreender o contexto de surgimento do *Fundamental Fysiks Group* possibilita uma visão ampliada e crítica sobre a natureza da ciência na formação de professores de física, mais notadamente na desconstrução de visões deformadas da ciência e que esse estudo fornece material histórico e filosófico para professores e futuros professores de física para que, diante de questionamentos de seus alunos sobre o "misticismo quântico", possam se posicionar sobre a temática.**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABBAGNAMO, N. **Dicionário de Filosofia**. Tradução da 1ª edição brasileira coordenada e revisada por Alfredo Rosi; revisão da tradução e tradução dos novos textos Ivone Castilho Benedetti. 6ª ed., São Paulo - SP: Editora WMF Martins Fontes, 2012.

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S. An exploratory study of the knowledge base for Science teaching. *In:* **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 7, 1997.

ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *In:* **Science Education**, v. 82, n. 4, 1998.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXAO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *In:* **Ciência & Educação,** v. 11, n. 1, Bauru – SP, 2005.

ACEVEDO, C.; PORRO, S.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Concepciones epistemológicas, enseñanza y aprendizaje em la classe de ciências. *In:* **Tecné, Episteme e Didaxis – TED**, n. 34, 2013.

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, ANNA. Una propuesta para estructurar la enseãnza de la filosofia de la ciência para el professorado de ciências em formación. *In*: **Enseãnza de las ciências**, v.20, n.3, 2002.

ADÚRIZ-BRAVO, A. ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *In:* **2º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias**, Bogotá – COL, 2005.

ALCÂNTARA, M.; BRAGA, M. Um novo mundo visto através das lentes: a construção do conhecimento na Holanda do século XVII e o ensino dos instrumentos óticos. *In*: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)**, Manaus - AM, 2011.

ALMEIDA, M. J. P. M. Historicidade e interdiscurso: pensando a educação em ciências na escola básica. *In:* **Ciência & Educação,** v. 10, n. 3, Bauru – SP, 2004.

ALTERS, B. J. Whose Nature of Science? *In:* **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 1, 1997.

ANDERY, M. A. P. A.; SÉRIO, T. M. A. P. Há uma ordem imutável na natureza e o conhecimento a reflete: Auguste Comte. *In:* ANDERY, M. A. P. A *et al*. **Para compreender a ciência:** uma perspectiva histórica. 6 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro - RJ: EDUC, 1996.

APPLE, M. **Ideologia e Currículo**. Brasília – DF: Brasiliense, 1982.

ASSIS, K. R. História e filosofia da ciência no ensino de ciências e o debate universalismo *versus* relativismo. *In:* **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, Rio de Janeiro - RJ, 2014.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciência**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em

Educação/Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARRA, E. S. O. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. *In:* **Ciência & Educação,** v. 5, n. 1, Bauru – SP, 1998.

BARROS, A. L. R. O aparente e o oculto: entrevista com David Bohm. *In:* **Estudos Avançados**, v. 4, n. 8, 1990.

BEJARANO, N. R. R.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *I*n: **Ciência & Educação**, v. 25, n. 4, Bauru – SP, 2019.

BOHR, N. "A descrição da realidade física fornecida pela mecânica quântica pode ser considerada completa?". Trad. Claudio Weber Abramo. *In:* **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, n. 2, 1981.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano**: ensaios 1932-1957. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro - RJ: Contra-ponto, 1995.

BOHR, N. O postulado quântico e o recente desenvolvimento da teoria atômica. 1928. *In:* PESSOA JR, O. (org.) **Fundamentos da Física 1**: Simpósio David Bohm. São Paulo – SP: Ed. Livraria da Física, 2000.

BOMFIM, J.; REIS, J. C.; GUERRA, A. A ciência é neutra? Discussão em sala de aula a partir do filme steamboy. *In*: **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)**, Natal – RN, 2016.

BOTTOMORE, Tom (Org.). **Dicionário do pensamento marxista**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1988.

BRAGA, M.; FILHO, M. A. Criando uma demanda epistemológica para o ensino de física. *In*: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)**, Manaus - AM, 2011.

BROWN, H.R. O debate Einstein-Bohr sobre a mecânica quântica. *In:* **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, n. 2, 1981.

BUNGE, M. **Física e Filosofia**. São Paulo: Perspectiva, 2012.

CACHAPUZ, A.; GIL, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo - SP: Cortez, 2005.

CAMPANARIO, J. M., MOYA, A., OTERO, J. C. Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, 2001.

CAPRA, F. **O Tao da física**: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental. São Paulo – SP: Cultrix, 2006.

CARRASCOSA, J.; FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; OROZCO, A. Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, 1993.

CHAKRAVARTTY, A. The Semantic or Model-Theoretic view of Theories and Scientific Realism. *In:* **Synthese**, v. 127, n. 3, 2001.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?**. São Paulo - SP: Brasiliense, 1993.

CHIBENI, S. S. Implicações filosóficas da microfísica. *In:* **Cadernos de história e filosofia da ciência.** Série 3, v. 2, 1992.

CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *In:* **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, 2010.

CLOUGH, M. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students:questions rather than tenets. *In:* **The Pantaneto Forum**, v. 25, 2007.

CLOUGH, M. P.; OLSON, J. K. Teaching and assessing the nature of science: An Introduction. In: **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, 2008.

CORDEIRO, M. Questões de gênero na ciência e na educação científica: uma discussão centrada no Prêmio Nobel de Física de 1903. *In***: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)**, Águas de Lindóia - SP, 2013.

COSTA, L. S. O. **A educação ambiental crítica e a formação humana: a tomada de consciência e a elaboração conceitual na formação de educadores ambientais**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

COSTA, M.; BATISTA, I. L. Noções empírico-indutivistas de alunos do ensino médio a respeito da natureza do conhecimento científico. *In*: **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)**, São Carlos – SP, 2017.

CRUZ, F. F. S.; MAZON, K. T. **Estrutura da matéria II**. Florianópolis - SC: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011.

CRUZ, F. F S. Mecânica Quântica e a cultura em dois momentos. *In*: FREIRE JR, O.; PESSOA JR, O.; BROMBERG, J. L. **Teoria quântica:** estudos históricos e implicações culturais. Campina Grande - PB: EDUEPB/Livraria da física, 2011.

CUDMANI, L. C.; SANDOVAL, J. S. Modelo Físico e realidade: importância epistemológica de sua adequação quantitativa. Implicações para a aprendizagem. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 8, n. 3, 1991.

CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. especial, 2002, p. 100-125.

EL-HANI, C. N. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. *In*: Investigações em Ensino de Ciências, v. 9, n. 3, 2004.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o Ensino de história e Filosofia da Ciência na Educação Científica de Ensino Superior. *In*: SILVA, C. C. (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no Ensino. São Paulo SP: Ed. Livraria da Física, 2006.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A. Y J. PRAIA. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, 2002.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; SALINAS, J. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *In:* **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, 2003.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; VALDÉS, P. ; VILCHES, A. Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación científica. *In:* Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (eds.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científi-ca de jóvenes de 15 a 18 años.** Santiago: OREALC/UNESCO, cap. 2, 2005.

FEYERABEND, P. K. Consolando o especialista. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

FILHO, A. R. Os quanta e a física moderna. *In:* ROCHA, J. F (org.). **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador - BA: EDUFBA, 2002.

FILHO, J. B. B. A história da ciência e a filosofia da ciência ajudam, atrapalham, ou são irrelevantes para o ensino de física? *In*: **Norte Ciência**, v. 2, n. 2, Belém – PA, 2011.

FONSECA, D. S.; DRUMMOND, J. M. H. F.; OLIVEIRA, W. C. Investigando o uso didático de fontes primárias da história do vácuo e da pressão atmosférica. *In*: **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)**, Natal – RN, 2016.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar. *In*: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XII EPEF)**, Águas de Lindóia – SP, 2010.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefatum, 2010.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE JR, O. Sobre as Desigualdades de Bell. *In*: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. V. 8, n. 3, Florianópolis - SC, 1991.

FREIRE JR, O; PATY, M.; BARROS, A. L. R. David Bohm, sua estada no Brasil e a Teoria Quântica. *In:* **Estudos Avançados**. V. 8, n. 20, São Paulo - SP, 1994.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de *modelo didáctico analógico*. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, 2001.

GIL - PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J. PATRICIA, A.; FERNÁNDEZ, I. Contribución del cómic a la imagen de la ciência. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287997666_Contribucion_del_comic_a_la_imagen_de_la_ciencia. Acesso em: 12 mar. 2018.

GIL - PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. *In*: **Ciência & Educação**, v.7, n.2, Bauru - SP, 2001.

GOMES, I. C. P.; CAMPOS, R. I.; FURTADO, W. W. Avaliação da Aprendizagem no Ensino de Física: um olhar sobre as práticas escolares na cidade de Inhumas, Goiás. *In*: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)**, Manaus - AM, 2011.

GRECA, I. M.; FREIRE JR, O. A "crítica forte" da ciência e implicações para a educação em ciências. *In*: **Ciência & Educação**, v.10, n.3, Bauru - SP, 2004.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *In:* **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, 1999.

HAYGERT, E. S.; DENARDIN, L. As mudanças nas visões de ciência dos alunos a partir de uma abordagem histórica no ensino de física. *In*: **XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXIII SNEF)**, Salvador – BA, 2017.

HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C. Um curso sobre história da cosmologia na formação inicial de professores. *In*: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)**, Manaus - AM, 2011.

HIDALGO, M. R.; JUNIOR, A. L. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. *In:* **História da ciência e ensino:** construindo interfaces. v. 14, São Paulo – SP, 2016.

HOBSBAWM, E. J. **Era dos Extremos**: o breve século XX: 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HORKHEIMER, M.; ADORNO, T. O iluminismo como mistificação de massas. *In*: ADORNO, T. Indústria Cultural e Sociedade. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

IZQUIERDO, M. Bases Epistemològiques del curriculum de ciències. *In:* **Educar**, v. 17, 1990.

IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological foundations of school science. *In*: **Science &Education**, v. 12, n. 1, 2003.

JIMÉNEZ, M.P. Comparando teorias: la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia en la formación del professorado. *In:* Blanco, L. y Mellado, V. (cords.). **La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal**. Badajoz: Imprenta de la Diputación Provincial, 1995.

KAISER, D. **How the hippies saved physics**: science, counterculture, and the quantum revival. New York/London: W.W. Norton & Company, 2011.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Rio de Janeiro – RJ: Paz e Terra, 1995

KUHN, T. S. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo - SP: Editora Perspectiva S.A, 2017.

KUHN, T. S. Respondendo a meus críticos. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979a.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

LAKATOS, I. **Historia de La ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Tradução de Diego Ribes Nicolás. Espanha: Editorial Tecnos, 1987.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, EDUSP. 1979.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *In:* **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 29, n. 4, 1992.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *In:* **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, 2002.

LEHNER, C. O realismo de Einstein e sua crítica da Mecânica Quântica. *In*: FREIRE JR, O.; PESSOA JR, O.; BROMBERG, J. L. **Teoria quântica:** estudos históricos e implicações culturais. Campina Grande - PB: EDUEPB/Livraria da física, 2011.

LIMA, I. P. C.; MARTINS, M. C. P. Lise Meitner e a Fissão Nuclear: gênero, Nobel e História da Ciência para as aulas de Física. *In*: **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)**, São Carlos – SP, 2017.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de currículo**. São Paulo – SP: Cortez, 2011.

LOURES, M. V. R. A demarcação ciência e não ciência e a contribuição do ensino de física. *In:* **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XIX SNEF)**, Manaus – AM, 2011.

LOURES, M. V. R. Estudo do eletromagnetismo clássico: as linhas de Faraday e alguns conceitos de filosofia da ciência no ensino médio. *In*: **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF)**, São Paulo - SP, 2013.

MACHADO, J. **Modelização na Formação Inicial de Professores de Física**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MACHADO, S. S. L. **Implicações culturais da teoria quântica:** caminhos metafóricos e as apropriações indébitas. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação

Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis - SC, 2017.

MARÍN, N.; BENARROCH, M. N.; NIAZ, M. Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *In:* **Revista de Educación**, Madrid, n. 361, 2013.

MARTINS, R. A. A situação epistemológica da epistemologia. *In:* **Revista de Ciências Humanas**. Florianópolis – SC, 1984.

MARTINS, R. A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. *In*: **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.9, 1990.

MARTINS, R. A. O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia. *In*: **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, 1999.

MARTINS, R. A. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? *In*: **Episteme**: filosofia e história da ciência em revista. Porto Alegre – RS, 2000.

MARTINS, R. A. História e história da ciência: encontros e desencontros. *In*: **Actas do 1º. Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica** (Universidade de Évora e Universidade de Aveiro). Évora: Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora, 2001.

MARTINS, R. A. Ciência *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. *In*: ALFONSOGOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (eds.). **Escrevendo a História da Ciência:** tendências, propostas e discussões historiográficas**.** São Paulo - SP: EDUC/Livraria de Física/FAPESP, 2005.

MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *In*: **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, 2005a.

MARTINS, R. A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. *In*: Silva, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo - SP: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, R. A. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras neste caminho. *In:* **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, 2007.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em "temas" e "questões". *In:* **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2015.

MARX, K. **O leitor de Marx**. NETTO, J. P. (org.). Rio de Janeiro – RJ: Civilização Brasileira, 2012.

MARX, K. **O Capital** - Crítica da economia política: O processo **de** produção do **capital**. Livro 1. São Paulo: Boitempo, 2011.

MASSONI, N. T.; CARVALHO, F. A.; BOARO, D. A. Refletindo relações entre concepções da natureza da ciência e práticas didáticas no ensino de física: investigações que buscam instrumentalizar futuros professores. *In*: **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)**, Natal – RN, 2016.

MATTHEWS, M. **Science teaching**: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *In*: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, Florianópolis - SC, 1995.

MATTHEWS, M. Changing the focus: from nature of science to feature of science. *In*: KHINE, M. S. (org.). **Advances in nature of science research**. Dordrecht: Springer, 2012.

MCCOMAS, W. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. *In:* McComas, W. (ed.). **The nature of science in science education**: rationales and strategies, Dordrecht: Kluwer, 1998.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H. CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: An introduction. *In:* **Science & Education**, v. 7, n. 6, 1998.

McCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of Science. *In:* **Science & Education**, v. 17, 2008.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, 1993.

MILNITSKY, R.; MACHADO, Y.; GURGEL, I. Quem está no Centro? Um confronto epistemológico entre as visões de mundo geocêntrica e heliocêntrica. *In*: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)**, Uberlândia – MG, 2015.

MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. Um texto sobre a história da inércia: limites e possibilidades no ensino de conteúdos de natureza da ciência. *In*: **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)**, São Carlos – SP, 2017.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *In*: **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, Rio de Janeiro – RJ, 2014.

NETTO, J. P. Introdução ao método da teoria social. *In*: **Serviço Social: direitos sociais e competências**. Conselho Federal de Serviço Social (CFESS)/Associação Brasileira de Ensino e Pesquisa em Serviço Social (ABPESS), Brasília – DF, 2009.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. São Paulo – SP: Expressão Popular, 2011.

NICÁCIO, J. D. S.; FERREIRA, J. M. H.; JÚNIOR, A. W. S.; SILVA, M. M. Atuando na formação docente: narrativas históricas em perspectiva reflexiva. *In*: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)**, Uberlândia – MG, 2015.

OKUNO, E. As bombas atômicas podem dizimar a humanidade – Hiroshima e Nagasaki, há 70 anos. *In:* **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, 2015.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. *In***: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC)**, Campinas - SP, 2011.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. Entre o discurso e a prática sobre história, filosofia e natureza da ciência e a sala de aula de física: um panorama a partir dos eventos de ensino de física. *In*: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. (orgs.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza**: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos – SP: Tipographia Editora Expressa, 2013.

OSBORNE, J. F.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What "ideasabout- science" should be taught in school science?: a Delphi study of the expert community. *In:* **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, 2003.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. *In*: PIETROCOLA, M (org). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e episetemologia em uma concepção integradora. Florianópolis - SC: Ed. da UFSC, 2006.

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal - RN: EDUFRN, 2012.

PENA, F. L. A. TEIXEIRA, E. S. Sobre a influência do professor de um curso de evolução dos conceitos da física nas concepções dos estudantes acerca da metodologia científica. *In*: **XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XV EPEF)**, Maresias – SP, 2014.

PEREIRA, J. G.; FORATO, T. C. M.; SILVA, A. P. B. A natureza da ciência através de um episódio histórico sobre a luz: adaptações metodológicas. *In*: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XII EPEF)**, Águas de Lindóia – SP, 2010.

PERON, T. S.; GUERRA, A.; FORATO, T. C. M. Linha do tempo: controvérsia entre a contextualização de episódios históricos e a imagem da construção linear da ciência. *In*: **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XIV EPEF)**, Maresias – SP, 2012.

PESSOA JR, O. O problema da medição em Mecânica Quântica: um exame atualizado. *In:* **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, *v.* 2, n. 2, 1992.

PESSOA JR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? *In:* **Ciência & Ensino**, n. 1, Piracicaba – SP, 1996.

PESSOA JR, O. **Conceitos de Física Quântica**. São Paulo - RN: Editora Livraria da Física, 2003.

PESSOA JR, O. Introdução Histórica à Teoria Quântica, aos seus problemas de fundamento e às suas interpretações. *In:* **Caderno de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana**, v. 4, n. 1/2, Feira de Santana – BA, 2006.

PESSOA JR, O. **Conceitos de Física Quântica**. São Paulo - RN: Editora Livraria da Física, 2006a.

PESSOA JR, O. **Física Quântica**: Entenda as diversas interpretações da física quântica, 2007-2011. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/vyaestelar/fisicaquantica.htm >. Acesso: 01 jul. 2019.

PESSOA JR, O. As Interpretações Contemporâneas da Mecânica Quântica. *In*: **Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações,** 2008**.** Disponível em:

http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/CS00508.2008_08_21_10_39_21.pdf. Acesso: 20 abr. 2018.

PESSOA JR, O. **História da Teoria Quântica**. Notas de aula, 2010. Disponível em: http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/Hist-MQ-2.pdf. Acesso em: 01 jul. 2019.

PESSOA JR, O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. *In*: FREIRE JR, O.; PESSOA JR, O.; BROMBERG, J. L. **Teoria quântica:** estudos históricos e implicações culturais. Campina Grande - PB: EDUEPB/Livraria da física, 2011.

PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 3. Porto Alegre: IFUFRGS, 1999.

PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física – Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PINHEIRO, L. A. A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a Física Clássica e a Física Moderna. *In*: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 12, Florianópolis - SC, 2015.

PINTO, T.; RAPOSO, W. Discutindo história e filosofia da ciência e a natureza da ciência no laboratório didático de física: o caso Galileu e a queda dos corpos. *In*: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)**, Uberlândia – MG, 2015.

POPPER, K. R. A ciência normal e seus perigos. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica.** São Paulo - SP: Cultrix, 2013.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciências. *In:* **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, Bauru – SP, 2002.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *In:* **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, Bauru – SP, 2002a.

PRAIA, J.; GIL – PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *In*: **Ciência & Educação**, v.13, n.2, Bauru - SP, 2007.

PUTTICK, E. Human Potencial Movement. In: .CLARKE, Peter (Org.) **Encyclopedia of New Religous Movement**. Londres/Nova Iorque: Routledge, 2006.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física. *In*: **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF)**, São Paulo - SP, 2013.

REIS, J. C.; GUERRA, M. B. Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores. *In*: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XII EPEF)**, Águas de Lindóia – SP, 2010.

REZENDE JUNIOR, M. F. **O processo de conceitualização em situações diferenciadas na formação inicial de professores de Física**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ROCHA, G. R. **Uma História Cultural do Reencantamento do Mundo pela Teoria Quântica**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador - BA, 2015.

RODRÍGUEZ, R. Y. A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. A qué epismología recurrir para investigar sobre la enseãnza de las ciências. *In:* Asociación Colombiana para la Investigación en Educación em Ciencias y Tecnología (EDUCyT), **Revista EDUCyT**, v. 3, Colômbia, 2011.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação**.** *In*: **Diálogo Educacional**, v. 6, n.19, Curitiba – PR, 2006.

ROSA, P. S. R. **Louis de Broglie e as ondas de matéria.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Física Gleb Wataguin, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas – SP, 2004.

SAITO, M. T. GURGEL, I. Misticismo quântico: resistência de professores em formação inicial em trabalhar as relações entre ciência e cultura em sala de aula. *In*: **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVI EPEF)**, Natal – RN, 2016.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo – SP, 2019.

SANTOS, P. V. M. O itinerário científico de Louis de Broglie em busca de uma interpretação causal para a mecânica quântica. *In*: FREIRE JR, O.; PESSOA JR, O.; BROMBERG, J. L. **Teoria quântica:** estudos históricos e implicações culturais. Campina Grande - PB: EDUEPB/Livraria da física, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *In*: **Ensaio**: pesquisa em Educação em Ciências, v. 02, n. 2, 2002.

SCHIRMER, S. B.; SAUWEVEIN, I. P. S. História e filosofia da ciência: um panorama em eventos e periódicos de ensino de física. *In*: **Momento**: diálogos em educação, 2011.

SCHIRMER, S. B.; SAUWEVEIN, I. P. S. Recursos Didáticos e História e Filosofia da Ciência em sala de aula: uma análise em periódicos de ensino nacionais. *In*: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2014.

SEROGLOU, F.; KOUMARAS, P. The contribution of the history of physics in physics education: a review. *In:* **Science & Education**, v. 10, n. 1-2, 2001.

SILVA, B. V. C.; SOUSA, E. C.; NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, H. R. Um estudo exploratório sobre a inserção da natureza da ciência na sala de aula em revistas da área de Ensino de Ciências. *In*: **HOLOS**, ano 32, v. 7, 2015.

SILVA, F. F. Gênero e Ciência: tecendo relações. *In:* **Revista Diversidade e Educação**, v.1, n.2, 2013.

SILVA, F. T. O.; GATTI, S. P. T. A pesquisa acadêmica sobre a História e Filosofia da Ciência e a sala de aula: reflexões a partir dos trabalhos apresentados no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) entre os anos de 2004 e 2014. *In*: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**, Águas de Lindóia – SP, 2015.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade**. Belo Horizonte – MG: Autêntica, 2005.

SILVEIRA, J. P. P.; SOFIATI, F. M. As novas religiões na contemporaneidade: a propósito da modernidade tardia. *In:* **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, v. 6, 2017.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *In:* **Ciência e Educação**, v.15, n. 3, 2009.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR., O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. *In*: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal - RN: EDUFRN, 2012.

UAB PEDAGOGIA UFJF. O que é Ciência?. 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ZYz0O8gFbyQ&lc=UggVkodR1xraIngCoAEC. Acesso: mar. 2019.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A; ACEVEDO, P. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *In:* **Argumentos de Razón Técnica**, Sevilha, n. 4, 2001.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M.A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *In*: **Revista Ibero Americana de Educación**, v. 34, n. 1, 2004.

VÁZQUEZ-ALONZO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. *In:* **Química Nova na Escola**, n. 27, São Paulo - SP, 2008.

VICENTE, V. C.; SCHMIEDECKE, W.G. Licenciandos em física e algumas relações entre gênero e ciência intermediadas pela história da ciência. *In*: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXI SNEF)**, Uberlândia – MG, 2015.

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. *In*: **Ciência & Educação**, v.7, n.2, Bauru – SP, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Sears e Zemansky física IV**: ótica e física moderna. São Paulo - SP: Pearson Addison Wesley, 2004.

**APÊNDICE A**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

Prezadx licenciandx, você está sendo convidadx a participar, como voluntárix, da pesquisa intitulada "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**[42]". Eu sou Raul Isaias Campos, aluno de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática e o pesquisador responsável, sob a orientação da professora Agustina R. Echeverría. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar a participar assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence ao pesquisador responsável. Esclareço que em caso de recusa não será penalizadx de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, via e-mail icraul@hotmail.com ou pelo telefone (62)98586-5438, inclusive por ligação a cobrar. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62) 3521-1215.

**1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:**

1.1 Título, justificativa, objetivo.

Esta pesquisa, denominada "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**" tem como objetivo, a partir de uma intervenção didática a ser realizada na disciplina de Pratica de Ensino III, investigar o potencial do estudo do surgimento do ***FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP*** para o debate sobre a natureza da ciência. A hipótese é que compreender a origem desse movimento em um contexto histórico-filosófico e considerá-lo como elemento importante para a educação científica, possibilita a superação de visões deformadas da ciência.

1.2 Procedimentos utilizados da pesquisa.

A intervenção didática e a pesquisa aqui proposta serão desenvolvidas em uma perspectiva crítica. Partimos do pressuposto que é preciso entender o movimento do nosso objeto, a fim de reproduzir sua dinâmica e sua estrutura.

[42] Quando a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética da UFG, o título era: "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO MISTICISMO QUÂNTICO PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**".

Esta reprodução não é simplesmente uma fotografia do objeto, que espelha a realidade tal como uma foto que captura a imagem que está diante de uma câmara. Se assim fosse, o nosso papel na investigação seria meramente passivo. Mas, para uma perspectiva crítica se tem o contrário, isto é, o pesquisador tem um papel ativo na construção do conhecimento. A ideia é apreender não a aparência ou a forma dada do objeto, mas a sua essência.

Para isso, as aulas serão gravadas, transcritas e futuramente analisadas. A partir destes dados procuraremos nos apropriar da realidade que se encontra a nossa frente, na intenção de analisar o desenvolvimento da atividade e de procurar conexões entre as várias partes que compõem esta pesquisa, desde a construção teórica até a intervenção didática proposta.

Durante todo o período da pesquisa e na divulgação dos resultados, sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de alguma forma, identificar-lhe, será mantido em sigilo. Todo material ficará sob minha guarda por um período mínimo de cinco anos. Para condução da entrevista é necessário o seu consentimento para utilização de um gravador, faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

( ) Permito a utilização de gravador durante a entrevista.

( ) Não permito a utilização de gravador durante a entrevista.

As gravações serão utilizadas na transcrição e análise dos dados, sendo resguardado o seu direito de ler e aprovar as transcrições. Pode haver necessidade de utilizarmos sua voz em publicações. Faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

( ) Autorizo o uso de minha voz em publicações.

( ) Não autorizo o uso de minha voz em publicações.

Pode haver também a necessidade de utilizarmos sua opinião em publicações, faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

( ) Permito a divulgação da minha opinião nos resultados publicados da pesquisa.

( ) Não Permito a divulgação da minha opinião nos resultados publicados da pesquisa.

Pode haver também a necessidade de utilizarmos sua imagem em publicações, faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

(  ) Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.

(  ) Não Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.

Os dados da pesquisa poderão ser utilizados em pesquisas futuras. Para validar sua decisão, faça uma rubrica entre os parênteses abaixo:

(  ) Permito a utilizar esses dados para pesquisas futuras.

(  ) Não Permito a utilizar esses dados para pesquisas futuras.

Por fim, declaramos que os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não.

**2. Assentimento da Participação na Pesquisa:**

Eu, ....., inscritx sob o RG/ CPF ....., abaixo assinado, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**". Destaco que a minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário e que fui devidamente informadx e esclarecidx pelo pesquisador responsável Raul Isaias Campos sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que

(  ) que aceito participar;  (  ) que não aceito participar, da pesquisa.

Goiânia, ..... de ..... de 2020.

_____

Assinatura por extenso do(a) responsável

_____

Assinatura por extenso do pesquisador responsável

**APÊNDICE B**

QUESTIONÁRIO

Prezadx licenciandx, este questionário será utilizado para a realização da pesquisa intitulada "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO *FUNDAMENTAL FYSIKS GROUP* PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**[43]" desenvolvida por Raul Isaias Campos, sob a orientação da professora Agustina R. Echeverría. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Goiás, o que garante que todos os seus dados serão preservados. O importante para pesquisa é que você tenha total liberdade para responder as questões. Não se preocupe com respostas "certas" ou "erradas", pois aqui você não está sendo avaliado. Nós estamos interessados apenas em saber o que você pensa sobre um conjunto de questões acerca da ciência. Desde já, muito obrigado pela colaboração.

ATENÇÃO: as perguntas inseridas nas questões abaixo podem ser respondidas separadamente ou utilizadas como direcionadoras para a construção de uma resposta única. Fica a seu critério. Ressaltamos que o importante é você emitir o que você pensa a respeito de cada questão, sem se preocupar com qualquer julgamento.

01) Qual a relação entre ciência e sociedade? Como os aspectos culturais, econômicos e políticos de uma sociedade influenciam a ciência?
02) Como é o trabalho dos cientistas? Eles trabalham isoladamente ou em grupos? Que episódios históricos reforçam a ideia de trabalho individual ou coletivo?
03) Qual a relação entre teoria e prática na produção científica? Qual o papel da experiência para a construção do conhecimento científico? E do pensamento teórico?
04) A ciência segue um método em sua prática? Como a pesquisa científica se inicia? A partir de que? O que orienta o cientista no seu dia-a-dia?
05) Como a ciência se desenvolve no decurso do tempo? A ciência se modifica ao longo da história? Existiram controvérsias no desenvolvimento da ciência? Se sim, poderia dar algum exemplo?
06) Livros-textos de ciência frequentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons e nêutrons, com elétrons ao redor do núcleo. Este é um exemplo de modelo científico. Qual o papel dos modelos na ciência? Como se constrói um modelo científico? O que os modelos significam?

[43] Quando a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética da UFG, o título era: "**O USO DO CONTEXTO DO SURGIMENTO DO MISTICISMO QUÂNTICO PARA A SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA**".

**APÊNDICE C**

## QUAL HISTÓRIA E FILOSOFIA INTERESSAM AO ENSINO DE CIÊNCIAS?[44]

Raul Isaias Campos
Agustina Rosa Echeverria

### INTRODUÇÃO

Existe uma grande discrepância entre as visões de ciência proporcionada pela filosofia da ciência contemporânea e as concepções dxs professorxs e estudantes de ciências. Na visão de grande parte deste segundo público predominam concepções marcadas por um empirismo e indutivismo extremo (CARRASCOSA *et al*., 1993; FERNANDEZ *et al*., 2002), ideia esta que coincide com a forma que a ciência é propagada pelos meios de comunicação, através de filmes, revistas ou até mesmo a publicidade (CAMPANARIO, *et al*., 2001); realidade que não se mostra diferente nos conteúdos apresentados nos livros didáticos (FERNANDEZ *et al*., 2002).

Grande parte dos livros didáticos e de divulgação científica possuem referenciais não confiáveis, construídos a partir de enciclopédias ou páginas aleatórias da internet, criando um material que serve a um leitor desavisado. Segundo Martins (p. 28, 2006), "esses livros e artigos contribuem para reforçar e perpetuar mitos daninhos a respeito dos 'grandes gênios', sobre as descobertas repentinas que ocorrem por acaso, e outros graves erros a respeito da natureza da ciência". Diante disso é preciso debater qual história e filosofia da ciência interessam ao ensino de ciências.

Não se pode negar o caráter complexo da natureza do conhecimento científico, contudo, isso não impede que se exprimam, para fins educacionais, alguns pontos de concordância entre as diferentes concepções históricas e filosóficas da ciência (PRAIA *et al*., 2007). Tendo como base as concepções de Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979), podem-se resumir estes pontos de concordância em: 1. A rejeição à ideia de um "Método Científico", com maiúsculas, como um conjunto de regras definidas a serem aplicadas independentemente do domínio investigado; 2. A recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como frutos das inferências indutivas por meio de "dados puros"; 3. A evidência do papel da divergência na construção do conhecimento científico; 4.

[44] Este texto é uma adaptação de uma seção de capítulo do trabalho que está sendo desenvolvido em uma pesquisa de doutorado realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. O título da pesquisa é: O uso do contexto do surgimento do *Fundamental Fysiks Group* para a superação de visões deformadas da ciência. Esta adaptação foi construída para ser utilizada apenas na intervenção didática proposta pela referida pesquisa, sendo assim os autores não autorizam qualquer compartilhamento ou divulgação da mesma.

A busca pela coerência e globalidade[45]; 5. O caráter social da construção do conhecimento científico (PRAIA *et al*., 2007).

Isso não significa abandonar ou simplificar as discussões históricas e filosóficas da ciência, mas entender que as mesmas possuem intencionalidades diferentes quando realizadas em prol de uma educação científica. Para Greca e Freire Jr (2004), a inserção da história e filosofia da ciência no ensino deve ser avaliada para além das controvérsias, em especial pela sua contribuição de tornar mais inteligível a natureza da ciência para professorxs e alunxs.

Este reconhecimento da importância do uso didático da história e filosofia da ciência mostra a necessidade de implementar esta proposta nos cursos de formação de professorxs. Entre tantos benefícios que isso pode ocasionar, pode-se destacar que a história e a filosofia da ciência auxiliam os professores a explicitar ideias referentes à natureza da ciência, o que consequentemente, pode ocasionar uma melhora em seu desempenho profissional. A expectativa é que esta perspectiva, quando empregada, possa ser uma das parcelas fundamentais para o trabalho dxs professorxs, pois possibilita-os a construir uma estrutura sobre o conhecimento científico de forma coerente (ÁDURIZ-BRAVO *et al*., 2002).

Contudo, existem poucxs professorxs com formação adequada para pesquisar e ensinar história e filosofia da ciência. Isso faz com que nos cursos de formação, grande parte dxs professorxs formadores não possuam domínio sobre este campo. Muitos são improvisados para tratarem do tema, o que pode ocasionar a transmissão de visões equivocadas da natureza do conhecimento científico (MARTINS, 2006).

Em grande parte das aulas desses cursos, o foco se encontra apenas na apresentação de conteúdos descontextualizados. O que leva a reforçar estereótipos como os dos "grandes gênios" da ciência ou a ideia de existência de um "Método Científico" (FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Para se combater tais visões pode-se pensar na construção de um consenso sobre o que deveria ser evitado no ensino de ciências. A intenção é relacionar os pontos básicos para a compreensão da natureza deste conhecimento, apresentados mais acima, com aquilo que não se pode atribuir à ciência. Trata-se de uma estratégia de pensar pela negativa (o que não é ciência), visto que este conhecimento se mostra bem complexo para se caracterizar pela

[45] O termo coerência aparece no ato de refletir não somente por meio dos experimentos, mas sobre a relação destes com um corpo teórico de conhecimentos. Por mais que hipóteses sejam comprovadas ou refutadas, é preciso sempre duvidar dos resultados e conduzi-los a revisões contínuas e por caminhos diversos. Já o termo globalidade se refere à finalidade de se estabelecer generalizações aplicáveis à natureza (PRAIA et al., 2007).

positiva (o que é ciência) (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Vale ressaltar, que temos consciência das dificuldades em se falar de consenso, que parece sugerir a existência de um modelo único de desenvolvimento ou que existem certas "normas" que funcionam como uma espécie de caminho a ser seguido para se compreender a ciência (BEJARANO *et al*. 2019). Estas não são nossas intenções.

Acreditamos na ideia de que se possa extrair certos consensos sobre a natureza da ciência, mas também concordamos com Bejarano *et al*. (2019) em que para o ensino de ciências os aspectos tidos como consensuais só têm sentido quando utilizados em um contexto histórico e filosófico. Sendo assim, neste texto serão evidenciadas as principais deformações sobre a natureza da ciência que são transmitidas, explícita ou implicitamente, através do ensino, mas sem esquecer o foco de nossa intervenção, que é utilizá-las a partir do contexto de surgimento do *Fundamental Fysiks Group*. A hipótese é que colocar em relevo tais deformações pode auxiliar xs futurxs professorxs de física a questionarem concepções e práticas assumidas de forma acrítica, bem como proporcionar a aproximação de suas concepções a uma história e filosofia da ciência mais coerente para o tratamento dos conteúdos científicos.

## 1 VISÃO DESCONTEXTUALIZADA

Uma visão descontextualizada de ciência tem a atividade científica como sendo socialmente neutra, isto é, uma atividade construída a partir de normas e valores independentes da sociedade (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Nesse sentido, Martins (2006) provoca:

> Todos conhecem o nome de Lavoisier, Newton, Galileu, Darwin. Mas o que estava acontecendo no mundo (e, especialmente, nos lugares onde eles viviam) quando eles desenvolveram suas pesquisas? Não existiu nenhuma relação entre o que eles fizeram e aquilo que estava acontecendo em volta deles? (MARTINS, p. 12, 2006).

Como resposta temos um sonoro "é claro que existiu" (MARTINS, p. 12, 2006), ou seja, não se deve caracterizar os cientistas como seres isolados de influências externas e libertos de suas religiões, valores políticos e econômicos ou de qualquer outro aspecto social (AULER, 2002). Pensar em uma possível neutralidade da ciência significa esquecer os impactos deste conhecimento na sociedade, bem como as influências da tecnologia no seu desenvolvimento.

Com relação a este último aspecto, vale ressaltar, que para uma visão descontextualizada, além da ciência, a tecnologia também é tida como neutra, podendo ser utilizada para o bem ou para o mal (AULER, 2002). Neste maniqueísmo, tem-se de um lado a tecnologia como garantidora do progresso civilizatório e em outro extremo, como responsável pela atual deterioração do planeta (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Com efeito, não se pode ignorar, que são os cientistas e técnicos que estudam e buscam soluções para os problemas enfrentados pela sociedade, mas é certo também que são os cientistas e técnicos que produzem compostos como, por exemplo, os que estão destruindo a camada de ozônio. Tal dicotomia apenas ilustra o quão é complexa a relação entre ciência e tecnologia, bem como indica a evidente impossibilidade de um tratamento simplista para esta relação (FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

A tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de atividades humanas realizadas por meio de símbolos, instrumentos e máquinas, visando controlar e modificar o mundo a partir da construção de obras e da fabricação de produtos. O conhecimento tecnológico está associado diretamente ao científico, o que torna ciência e tecnologia termos indissociáveis. Como dito, trata-se de uma relação complexa e devido a isso tem-se tido certa confusão (SANTOS; MORTIMER, 2002).

De uma forma ingênua, habitualmente, a tecnologia tem sido considerada como um subproduto da ciência. Uma ideia equivocada, que é facilmente rechaçada pela análise histórica. Em alguns casos, a atividade técnica até mesmo precedeu à científica, como, por exemplo, a construção da máquina a vapor que foi anterior aos estudos da termodinâmica ou a aspirina que foi usada antes de se compreender o seu funcionamento. Isso sem falar das inúmeras máquinas e ferramentas criadas que existiram bem antes daquilo que hoje chamamos de conhecimento científico (AULER, 2002).

Além disso, desde a revolução industrial, os técnicos vêm incorporando elementos da pesquisa científica para produzir e reconfigurar seus produtos, o que torna ainda mais desinteressante classificar um trabalho como sendo puramente tecnológico ou científico (FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Pode-se até dizer que a medida que a indústria passou a utilizar à ciência, a atividade científica passou também a ser industrializada, ou seja, os desejos e vontades dos cientistas em suas pesquisas cederam lugar às intencionalidades oriundas de seus financiadores. Em um modo de produção

capitalista, os objetivos científicos estão fortemente ligados aos donos dos meios de produção (AULER, 2002).

Segundo Auler (2002), quatro dimensões interdependentes evidenciam isso: 1) O direcionamento dado à atividade científica (processo) resulta de decisões políticas; 2) A apropriação do conhecimento científico (produto) resulta de decisões políticas; 3) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência e 4) O aparato ou produto científico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedade ou de grupos sociais hegemônicos (AULER, 2002).

Em síntese, o que isso quer dizer é que, além da lógica por trás do desenvolvimento do conhecimento científico é preciso também ressaltar os aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos presentes em cada época, bem como as crenças, desejos e intenções dos cientistas (FEYERABEND, 1979; KUHN, 1979).

## 2 VISÃO INDIVIDUALISTA E AHISTÓRICA

Esta é uma visão que transmite a ideia de "grandes gênios" como únicos responsáveis pela construção do conhecimento científico, ignorando-se a importância da coletividade e da sociabilidade para a ciência (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Ao contrário do que muitos pensam, o conhecimento produzido pela ciência não "brota" da mente de seres iluminados. A física não se resume apenas a Galileu, Newton, Maxwell e Einstein, mas ao trabalho de muitas pessoas desconhecidas e que tiveram importantes papeis na discussão e aprimoramento das ideias dos ditos "grandes gênios" (MARTINS, 2006).

Apresentar a ciência como um domínio reservado a minorias, transmite uma noção equivocada da natureza da ciência, carregada de discriminações sociais, racistas e sexistas. Não se tem um esforço em mostrar a ciência como uma construção que envolve homens e mulheres das mais diversas etnias e classes, tampouco que acontecem erros no desenvolvimento dessa atividade (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Uma visão individualista e ahistórica da ciência privilegia apenas trabalhos que sobreviveram ao longo do tempo, ou seja, teorias que venceram as disputas científicas e que são utilizadas até hoje. Os embates entre ideias e os trabalhos que ficaram pelo caminho não são evidenciados (MARTINS, 2000).

O desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear que acontece por acumulação de conhecimento (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Ignoram-se assim as crises e revoluções que aconteceram ao longo da história da ciência (KUHN, 2017)

As revoluções científicas são de extrema importância para se compreender a natureza da ciência. Inclusive, sendo o foco de discussão da Conferência Internacional sobre Filosofia da Ciência de 1965 (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979), cujas atas foram escritas por quatro dos mais conhecidos nomes da filosofia da ciência do século passado (Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Paul Feyerabend[46]). Nessas atas, o direcionamento da discussão entre os filósofos da ciência se deu com base nas ideias revolucionárias de Kuhn, que foi quem forneceu o texto inicial para o debate.

Enquanto para Kuhn (1979) as revoluções são períodos ocasionais que aconteceram em situações muito específicas, como, por exemplo, as disputas entre o heliocentrismo e o geocentrismo ou entre a mecânica clássica e a quântica, para Lakatos (1979) esses períodos estiveram presentes em todo momento no interior da ciência, pois esta seria constituída por um "pluralismo teórico". Ademais, têm-se de um lado os que defendem que a estrutura interna da ciência seja o único elemento relevante para a "vitória" de uma teoria (LAKATOS, 1979; POPPER, 1979) e do outro, os que acreditam que esta não deva ser o único critério a ser analisado (FEYERABEND, 1979; KUHN, 1979).

Todavia, independentemente dessas divergências, todos deixam implícito através dos exemplos utilizados em suas argumentações, que a atividade científica não é praticada de maneira individual, tanto naquilo que seria, em termos kuhnianos, um período normal ou revolucionário (LAKATOS, 1979; POPPER, 1979). Em contrapartida, uma visão individualista e ahistórica leva a entender que os resultados obtidos por um único cientista seriam suficientes para verificar ou refutar uma teoria (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Esta imagem ingênua é representada muito fortemente por ilustrações que trazem o cientista como sendo um homem vestido com um jaleco branco, alocado em seu laboratório

[46] Além destes, outros filósofxs da ciência contribuíram também para a construção das atas do evento. São elxs: John Watkins (*Contra a "ciência normal"*), Stephen Toulmin (*É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionaria?*), L. Pearce Williams (*Ciência normal, revoluções científicas e a história da ciência*) e Margaret Masterman (*A natureza do paradigma*) (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979). Estes ensaios não serão aqui tratados, por entender que para a finalidade que se destina este texto, os ensaios escritos pelos quatro nomes evidenciados acima são suficientes.

completamente fechado, repleto de estranhos instrumentos e que fica o tempo todo testando suas ideias. Um estereótipo que não condiz com a realidade e que conecta com a próxima visão deformada a ser tratada, que associa a atividade científica, quase que exclusivamente, ao trabalho de laboratório e portadora de um método infalível (FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

## 3 VISÃO EMPÍRICA – INDUTIVISTA, RÍGIDA E ATEÓRICA

A visão empírica – indutivista[47], rígida e ateórica transmite a imagem de uma ciência construída por observações e experimentações livres de ideias *a priori* (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005). Para um indutivista ingênuo, os valores e interesses por trás das investigações não são relevantes, pois, em sua concepção, o papel do cientista é afastar todo caráter subjetivo da pesquisa a fim de exprimir a realidade por meio de uma observação neutra.

De acordo com o indutivista, só é verdadeiro aquilo que pode ser verificado e toda afirmação deve ser testada empiricamente. Segundo esta ideia, o conhecimento científico não admite dúvidas e possui um alto grau de precisão, que é adquirido através de uma exaustiva repetição de experiências. Assim, o progresso da ciência ocorre quando as teorias ulteriores preveem e explicam mais que suas predecessoras. Uma nova teoria é a ampliação de uma primeira, abarcando os êxitos e corrigindo os erros.

Em uma visão empírica – indutivista, rígida e ateórica o conhecimento científico é construído por acumulação, em um formato linear, objetivo, válido e verdadeiro A ciência nessa concepção é uma atividade que busca estabelecer inferências indutivas e com isso realizar previsões sobre os fenômenos. Para atingir esses objetivos é necessário um "Método Científico" universal, único recurso válido de se obter o conhecimento.

O "Método Científico" seria um conjunto de etapas a serem seguidas rigidamente. Destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controlado e rigoroso, recusando, com isso, tudo que esteja ligado à criatividade e à dúvida (CARRASCOSA *et al*., 1993; GIL

[47] O método indutivo parte de afirmações singulares para afirmações universais. De acordo com o indutivista ingênuo, desde que certas condições sejam satisfeitas, é legítimo generalizar a partir de uma lista finita de proposições de observações singulares para uma lei universal. Para isso é necessário que: 1. O número de observações que forma a base de uma generalização seja grande; 2. As observações devem ser repetidas sob uma ampla variedade de condições; 3. Nenhuma das observações deve conflitar com a lei universal derivada (CHALMERS, 1993).

PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Há uma preocupação, quase que obsessiva nesta concepção, pela ideia de evitar a ambiguidade, como se esta não existisse na ciência, isto é, os resultados científicos são tidos como infalíveis. Apresenta-se o conhecimento científico como algo acabado, retirando do debate os diversos erros e acertos que aconteceram e acontecem na ciência. Tem-se, portanto, uma distorção da natureza do conhecimento científico, que é essencialmente incerto, intuitivo e reflexivo (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003).

No dia a dia, a visão empírica – indutivista, rígida e ateórica está muito presente em revistas em quadrinhos, filmes, desenhos, etc. Nesses meios há uma atribuição exagerada à observação e experimentação para a atividade científica, sendo estas colocadas como as grandes responsáveis pelas "descobertas geniais". O problema é que não é uma ideia exclusiva dos meios de comunicação, pois a concepção de professorxs e de alguns livros didáticos de ciência também carregam esta imagem ingênua de ciência (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005); o que é bem contraditório, pois valoriza-se extremamente o trabalho experimental, o que não acontece no ensino de ciências. Tem-se uma predominância de um ensino puramente livresco, com aulas teóricas que apenas transmitem conteúdos. Ou, quando existentes, as aulas experimentais, inclusive na formação de professorxs, são realizadas a partir de "receitas" que ditam regras instransponíveis e que devem ser rigidamente seguidas durante a atividade de ensino. Não se ressalta o papel da teoria para a pesquisa científica (FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *et al*., 2005).

Para os filósofos contemporâneos é consenso que existe uma relação intrínseca e indissociável entre teoria e observação (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979). Um pesquisador nunca experimenta ao acaso, ele está sempre amparado por uma teoria. Tudo é visto à luz de um aporte teórico. Além disso, a própria ideia de que a lógica da pesquisa científica se identifica com uma lógica indutiva é um equívoco. Segundo Popper (2013):

> O problema da indução também pode ser apresentado como a indagação acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontrem base na experiência, tais como as hipóteses e os sistemas teóricos das ciências empíricas. Muitas pessoas acreditam, com efeito, que a verdade desses enunciados universais é "*conhecida através da experiência*"; contudo, está claro que a descrição de uma experiência – de uma observação ou do resultado de um experimento – só pode ser enunciado singular e não um enunciado universal (POPPER, p. 28, 2013).

Isso significa que por mais numerosas que sejam as experiências, a tentativa de inferir enunciados universais a partir de enunciados particulares pode se revelar falsa. Nas palavras do autor: “independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que *todos* os cisnes são brancos” (POPPER, p. 28, 2013).

Popper (2013) defende que não se pode exigir a validade do conhecimento científico pela comprovação, mas sim pelo fato de poder refutá-lo.

> Segundo minha proposta, aquilo que caracteriza o método empírico é sua maneira de expor a falsificação, de todos os modos concebíveis, o sistema a ser submetido a prova. Seu objetivo não é salvar a vida de sistemas insustentáveis, mas, pelo contrário, o de selecionar o que se revele, comparativamente, o melhor, expondo-os todos à mais violenta luta pela sobrevivência (POPPER, p. 28, 2013).

Nessa perspectiva, a ciência progrediria por tentativa e erro. Para Popper (2013), não se poderia afirmar que uma teoria é absolutamente verdadeira a partir da sua verificação, mas apenas entender que ela é melhor que sua predecessora. Dizer que uma teoria é falseável, não significa afirmar que ela é falsa, mas sim que existe pelo menos uma proposição de observação ou um conjunto de testes possíveis que a torne inconsistente, isto é, se estabelecidos como verdadeiros, eles falseariam a teoria (CHALMERS, 1993).

O avanço da ciência se daria então pela substituição de teorias, privilegiando aquelas que possuem maiores poderes explicativos. Isso significa que a teoria que venha a se estabelecer teria passado por mais testes que sua concorrente, o que lhe proporcionaria um maior nível de universalidade (DIAS, 2015). A história da ciência mostra algumas teorias que foram em sua época tidas como verdade, porém se mostraram problemáticas posteriormente. É o caso da mecânica clássica, que se mostrou, até o final do século XIX, compatível com as experimentações e os fenômenos observados, mas que em seguida se tornou inadequada para explicar o comportamento de objetos ditos não-clássicos. Já a mecânica quântica, em substituição à clássica, possuía um maior nível de universalidade, com um poder explicativo muito além de sua predecessora.

Por fim, concordamos com Lakatos (1979) que a natureza da ciência seja mais complexa do que simplesmente teorias comprovadas ou refutadas. Mas, para o que aqui se propõe, que é a desconstrução de uma visão empírica – indutivista, rígida e ateórica, as ideias de Popper são satisfatórias para isso.

Feitas essas considerações, para seguir adiante com o entendimento sobre a natureza da ciência, torna-se necessário compreender um pouco mais sobre o seu objeto de estudo, o que leva a última visão deformada aqui tratada. A visão exclusivamente analítica é aquela em

que não se apresenta o processo de apreciação do objeto por parte da ciência, apresenta-se apenas o resultado final deste processo em forma de seus produtos, que, na maioria das vezes, são representados em sala de aula por simples fórmulas a serem decoradas.

## 4 VISÃO EXCLUSIVAMENTE ANALÍTICA

A ciência pode ser entendida como uma das formas possíveis e aceitáveis de representar o mundo. O fruto disso é um conhecimento que foi construído ao longo de vários séculos de pesquisa, em um processo não linear e acumulativo. Como já dito, este conhecimento produzido é a expressão coletiva e organizada de elaborar representações coerentes sobre o que nos cerca (PIETROCOLA, 2001).

Isso nao quer dizer que o conhecimento científico possua status de verdade absoluta e inquestionável, mas sim que se trata de uma atividade historicamente contruída e desenvolvida por homens e mulheres. Para Pietrocola (1999), a realidade vista aos olhos da ciência é baseada na utilização de teorias, modelos e dados empíricos, com suas devidas vinculações com um mundo exterior e complexo. Segundo o autor, em um processo de teorização característica das ciências desenvolvidas pelas sociedades modernas, representações são construções que trazem consigo aspectos relevantes para a compreensão da realidade.

Para Bunge (1974), a busca por uma conceitualização da realidade se inicia extraindo aspectos comuns de determinados fenômenos e os agrupando em “classes de equivalência”. O resultado desse processo é o nascimento do objeto-modelo ou modelo conceitual. Posteriormente, uma teoria é incorporada ao objeto-modelo, construindo-se, assim, um modelo teórico[48].

Esses produtos (modelos teóricos) não fornecem uma imagem idêntica da realidade, tal como uma fotografia. Seriam mais semelhantes a uma caricatura, na qual as principais propriedades e qualidades do fenômeno são destacadas. Nesse sentido, os modelos teóricos

[48] Como exemplo pode-se remeter à seguinte situação: ao analisar o comportamento de um gás deve-se, primeiro, fazer uma representação conceitual das suas moléculas. Para isso, considera-se um gás idealizado formado por moléculas pontuais e que sofrem somente movimento de translação. Admite-se também a ideia de não existir atração ou repulsão entre elas e que os choques são perfeitamente elásticos. Constrói-se assim um objeto-modelo ou modelo conceitual para essas moléculas. Feito isso, pode-se aplicar ao objeto-modelo uma teoria. Nesse caso, ao analisar o movimento das moléculas de um gás ideal por meio da Mecânica Clássica, o resultado é um modelo teórico para os gases ideais. (MACHADO, 2009).

são tratados como sendo uma representação simbólica da realidade, mesmo que de forma aproximada, pontual e até provisória. (PIETROCOLA, 1999).

De acordo com Rezende Junior (2006), a ciência tem tido sucesso no entendimento dos fenômenos utilizando de aproximações, ou seja, o conhecimento científico construído é caracterizado por um profundo caminho que vai do mundo real ao estabelecimento de objetos abstratos e idealizados. Por outro lado, temos um ensino que utiliza-se apenas do resultado final, ignorando todo o processo de construção, o que leva alunxs e professorxs ao desconhecimento deste desenvolvimento e consequentemente à crença em uma ciência em que as "fórmulas" surgem ao acaso.

Cupani e Pietrocola (2002) propõem que o desafio para o ensino de ciências é conseguir que os modelos científicos e o processo de construção destes possam ser incorporados pelas pessoas em seu conhecimento individual, sendo assim é essencial que essas entidades sejam também apresentadas e tratadas em sala de aula. Com esse pensamento, os autores argumentam que é necessário conhecer os processos de produção sob os quais o conhecimento científico é construído, tratando-se então de produzir estratégias capazes de permitir aos alunxs e professorxs o acesso aos processos e produtos da atividade científica.

Em síntese, o argumento é que o estudo da construção de modelos científicos gera uma visão mais profunda sobre a natureza da ciência. Dessa forma, introduzir este processo como objeto do ensino de ciências é possibilitar a alunxs e professorxs compreender a realidade, permitindo desviar do mero aprendizado de conteúdos (conceitos, leis, princípios etc.) em função de explicações que busquem uma contextualização com o mundo (CUPANI; PIETROCOLA, 2002). Por isso, nós defendemos que a discussão em sala de aula sobre como ocorre a contrução do conhecimento científico é a melhor maneira de se evitar uma visão exclusivamente analítica, que trata de forma ingênua as especificações e simplificações dos objetos tratados pela ciência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Explicitadas estas quatro visões deformadas de ciência, vale ressaltar que elas não podem ser contempladas como autônomas. Elas formam um sistema relativamente integrado. São concepções equivocadas que expressam uma imagem global ingênua da ciência, que foi sendo transmitida ao longo do tempo e que passou a ser socialmente aceita (GIL PÉREZ *et al*., 2001; FERNANDEZ *et al*., 2002; FERNANDEZ *et al*., 2003; FERNANDEZ *et al*., 2005; CACHAPUZ *ET AL*., 2005)

## REFERÊNCIAS


ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, ANNA. Uma propuesta para estructurar la enseãnza de la filosofia de la ciência para el professorado de ciências em formación. *In*: **Enseãnza de las ciências**, v.20, n.3, 2002.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciência**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação/Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BEJARANO, N. R. R.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *I*n: **Ciência & Educação**, v. 25, n. 4, Bauru – SP, 2019.

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CACHAPUZ, A.; GIL, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo - SP: Cortez, 2005.

CAMPANARIO, J. M., MOYA, A., OTERO, J. C. Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, 2001.

CARRASCOSA, J.; FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; OROZCO, A. Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, 1993.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução Ir. Raul Fiker. São Paulo - SP: Brasiliense, 1993.

CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. especial, 2002, p. 100-125.

DIAS, E. A. Progresso científico e verdade em Popper. *In:* **Trans/Form/Ação**, v. 38, n. 2, Marília - SP, 2015.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A. Y J. PRAIA. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *In:* **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, 2002.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; VALDÉS, P. ; VILCHES, A. Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación científica. *In:* Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (eds.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científi-ca de jóvenes de 15 a 18 años.** Santiago: OREALC/UNESCO, cap. 2, 2005.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; SALINAS, J. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *In:* **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, 2003.

FEYERABEND, P. K. Consolando o especialista. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

GIL - PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. *In*: **Ciência & Educação**, v.7, n.2, Bauru - SP, 2001.

GRECA, I. M.; FREIRE JR, O. A "crítica forte" da ciência e implicações para a educação em ciências. *In*: **Ciência & Educação**, v.10, n.3, Bauru - SP, 2004.

KUHN, T. S. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo - SP: Editora Perspectiva S.A, 2017.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, EDUSP. 1979.

MACHADO, J. **Modelização na Formação Inicial de Professores de Física**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MARTINS, R. A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. *In*: Silva, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo - SP: Livraria da Física, 2006.

PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 3. Porto Alegre: IFUFRGS, 1999.

_____. Construção e Realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física – Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

POPPER, K. R. A ciência normal e seus perigos. *In*: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.). **A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo - SP: Cultrix, 1979.

_____. **A lógica da pesquisa científica.** São Paulo - SP: Cultrix, 2013.

PRAIA, J.; GIL – PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *In*: **Ciência & Educação**, v.13, n.2, Bauru - SP, 2007.

REZENDE JUNIOR, M. F. **O processo de conceitualização em situações diferenciadas na formação inicial de professores de Física**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *In*: **Ensaio**: pesquisa em Educação em Ciências, v. 02, n. 2, Belo Horizonte – MG, 2002.

**APÊNDICE D**

## VISÃO EXCLUSIVAMENTE ANALÍTICA

A ciência pode ser entendida como uma das formas possíveis e aceitáveis de representar o mundo. O fruto disso é um conhecimento que foi construído ao longo de vários séculos de pesquisa, em um processo não linear e acumulativo. Como já dito, este conhecimento produzido é a expressão coletiva e organizada de elaborar representações coerentes sobre o que nos cerca (PIETROCOLA, 2001).

Isso nao quer dizer que o conhecimento científico possua status de verdade absoluta e inquestionável, mas sim que se trata de uma atividade historicamente contruída e desenvolvida por homens e mulheres. O processo de contrução da ciência ocorre por meio de análises e sínteses. Enquanto a primeira possibilita a separação do objeto investigado em diferentes partes na busca por especificações, a segunda é o contrário, ou seja, a síntese é o ato agrupar diferentes informações a respeito do objeto com intuito de se ter um conhecimento amplo do que está sendo estudado.

Uma visão exclusivamente analítica evoca como constituinte do processo de construção do conhecimento científico apenas a parte que se refere a análise. Destaca-se o papel desempenhado pelas simplificações para a ciência, mas oculta os esforços de unificação e construção entre diferentes elementos do fenômeno em investigação.

Não se pode negar que a realidade vista aos olhos da ciência é baseada na utilização de teorias, modelos e dados empíricos, construídos a partir de simplificações, mas também não se pode esquecer que as abstrações e idealizações realizadas na construção do conhecimento científico são feitas de forma consciente e com a necessidade constante de se realizar sínteses (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Para Bunge (1974), a busca por uma conceitualização da realidade se inicia extraindo aspectos comuns de determinados fenômenos e os agrupando em “classes de equivalência”. O resultado desse processo de análise e síntese é o nascimento do objeto-modelo ou modelo conceitual. Posteriormente, uma teoria é incorporada ao objeto-modelo, construindo-se, assim, um modelo teórico.

De acordo com Rezende Junior (2006), a ciência tem tido sucesso no entendimento dos fenômenos utilizando dessas entidades, mas, por outro lado, temos um ensino que utiliza-se apenas do resultado final do processo de construção desse conhecimento. Ignora-se o papel desempenhado pelas análises e sínteses, o que leva alunxs e professorxs ao desconhecimento

de como a ciência é construída, criando a crença em uma ciência que as “fórmulas” surgem de casos isolados.

Com esse pensamento, Cupani e Pietrocola (2002) argumentam que é necessário conhecer os processos de produção sob os quais o conhecimento científico é construído, tratando-se então de produzir estratégias capazes de permitir a alunxs e professorxs o acesso aos processos e produtos da atividade científica.

**ANEXO**

# Plano de Unidade - História e Filosofia da Ciência

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO | TEMA CENTRAL |
|---|---|

JUSTIFICATIVA (justificar por que este plano contribui para a desconstrução de determinada visão deformada de Ciência)

OBJETIVOS (os objetivos devem ser passíveis de serem avaliados no item AVALIAÇÃO). Os alunos serão capazes de:

CONTEÚDOS (conteúdos de História da Ciência e conteúdos de Física integrados)

| | PROCEDIMENTOS<br>PROFESSOR ↔ ALUNO | TEMPO | RECURSOS |
|---|---|---|---|
| Apresentação:<br>(Problematização) | (ações do professor para provocar no aluno a necessidade desses conteúdos, incluindo o esclarecimento dos objetivos) | | |
| Desenvolvimento: | (resumo dos conteúdos, ações do professor e reações esperadas dos alunos) | | |
| | (resumo dos conteúdos, ações do professor e reações esperadas dos alunos) | | |
| | (resumo dos conteúdos, ações do professor e reações esperadas dos alunos) | | |
| Integração: | (discussão com os alunos integrando os objetivos iniciais da Apresentação com os conteúdos do Desenvolvimento) | | |

AVALIAÇÃO (instrumentos para avaliar se os OBJETIVOS foram atingidos)

OBSERVAÇÕES

REFERÊNCIAS