



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

João Otavio Garcia da Silva

Discussões sobre ciência na formação de professores: articulações entre Natureza da
Ciência e Teoria da Atividade Cultural-Histórica.

Florianópolis
2020

João Otavio Garcia da Silva

**Discussões sobre ciência na formação de professores: articulações entre Natureza da
Ciência e Teoria da Atividade Cultural-Histórica.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação
em Educação Científica e Tecnológica da Universidade
Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de
Mestre em Educação Científica e Tecnológica.
Orientador: Prof. Dr. Juliano Camillo

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Garcia, João Otavio

Discussões sobre ciência na formação de professores :
articulações entre Natureza da Ciência e Teoria da
Atividade Cultural-Histórica. / João Otavio Garcia ;
orientador, Juliano Camillo, 2020.

207 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica,
Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Educação em
Ciências. 3. Natureza da Ciência. 4. Teoria da Atividade
Cultural-Histórica. 5. Ondas Gravitacionais. I. Camillo,
Juliano. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.
III. Título.

João Otavio Garcia da Silva

Discussões sobre ciência na formação de professores: articulações entre Natureza da
Ciência e Teoria da Atividade Cultural-Histórica.

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Ivã Gurgel

Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Elizandro Maurício Brick

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Demétrio Delizoicov Neto

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Regina Flores

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Juliano Camillo

Orientador

Florianópolis, 2020.

Dedico este trabalho a ela.

Ela que é também autora deste, que é responsável pelo que eu fui, pelo que sou e pelo que ainda serei.

Ela que não hesitou um só segundo em estar junto comigo, em me acalmar nos momentos de ansiedade, me acalantar nos momentos de angústia e certamente ser a razão primária de todos os momentos de alegria.

Ela que é o amor da minha vida, meu “laço de fita”.

Dedico a você, Daiane, pois faltariam motivos para dedicar diferente.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Juliano Camillo, pela parceria e amizade que começa no trabalho e continua para toda vida. Por estar sempre presente, sempre atencioso, e principalmente, sempre disposto a encarar junto os desafios e por servir de inspiração em todos os momentos.

À minha família e à minha esposa Daiane por todo apoio emocional, amor e compreensão nos meus momentos de ausência.

Aos professores Elizandro Maurício Brick e Ivã Gurgel pelas preciosas contribuições durante todo o trabalho. Em especial, Ivã pelo acolhimento durante minha breve estadia em São Paulo e ao Elizandro pela amizade valiosa e dedicação honesta ao trabalho coletivo.

A todos os meus colegas de turma de mestrado, por terem paciência em me aturar e por me ensinarem muito, em todos os momentos.

Ao meu grande amigo Otávio, pela amizade incondicional e pela companhia, por aceitar dividir a casa com um amalucado, sabendo dos riscos, mas com a garantia de uma amizade para toda vida.

Aos colegas dos grupos de estudos - de Fleck e de Epistemologia - e do grupo de pesquisa CEUCI, pelos preciosos momentos de discussão e aprendizagem.

Aos licenciandos da Educação do Campo, por sempre me mostrarem que o sonho de uma educação científica que transforme a realidade pode ser realidade, que isso depende do nosso constante trabalho coletivo.

A todos os profissionais do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica e da Universidade Federal de Santa Catarina, de maneira geral.

A CAPES/PROEX pela concessão da bolsa de estudos que me permitiu dedicar-me integralmente aos estudos e ao povo brasileiro nela representado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

Discussões a respeito da relevância da área de Natureza da Ciência para tratar os processos sociais, culturais e históricos de produção/consumo de conhecimento científico, tanto na educação básica quanto na superior, vem sendo destacadas nas pesquisas em educação científica das últimas décadas. Diversas estratégias de didatizar aspectos de Natureza da Ciência bem como debates acerca do que é Natureza da Ciência são realizadas nestas pesquisas, porém, ainda não conhecemos profundamente as diversas formas pelas quais professores e estudantes aprendem Natureza da Ciência e nem temos um referencial privilegiado – ou um princípio organizacional – que potencialize estas estratégias de didatização e/ou discussões *sobre* ciência. Nesse sentido, utiliza-se neste trabalho, como aporte teórico- metodológico, a Teoria da Atividade Cultural-Histórica, que trata-se de um referencial fundado a partir dos primórdios da psicologia soviética, com trabalhos de cientistas como Vigotski e Leontiev e busca, de maneira geral, oferecer uma compreensão dialética do desenvolvimento humano, problematizando as dicotomizações que muitas vezes reproduzimos, abrindo caminho para compreender de forma profunda as atividades humanas, tomando a transformação social como sua ontologia. Desta forma, este trabalho, por meio de atividades estruturadas a partir de textos, no curso de Licenciatura em Educação do Campo – Ciências da Natureza e Matemática, teve por objetivo analisar a co-construção de discussões sobre Natureza da Ciência na formação de professores. Para tal, foram desenvolvidas atividades estruturadas por um texto (em formato de conto literário) e cinco excertos de textos (envolvendo discussões onde se tentava apropriar-se do discurso científico) que visavam, a partir de atividades coletivas com os licenciandos, suscitar discussões sobre aspectos de Natureza da Ciência, especialmente em torno da *unidade contraditória* de “prova científica”. Dentre os principais resultados, destacam-se, nas falas dos licenciandos durante as atividades, a permanente tendência em não dicotomizar a *atividade científica* da *atividade educacional*, o que suscita, para pesquisas futuras, a perspectiva de considerar elementos de uma Natureza da Ciência que tenha sentido pedagógico na escola; em outras palavras, uma *Natureza da Ciência Escolar*, como princípio/exigência para, cada vez mais, buscar desenvolver possibilidades concretas de emancipação humana por meio da educação científica.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. Teoria da Atividade Cultural-Histórica. Formação de Professores.

ABSTRACT

Discussions about the relevance of the Nature of Science to approach the social, cultural and historical processes of production/consumption of scientific knowledge, in both basic and higher education have been highlighted in research in scientific education in recent decades. Several strategies for teaching aspects of Nature of Science, as well as debates about what Nature of Science is, are made in these researches, however, we still do not know deeply the different ways in which teachers and students learn Nature of Science and we do not even have a privileged framework - or an organizational principle - that leverages these teaching strategies and/or discussions *about* science. In this sense, this work uses Cultural-Historical Activity Theory as a theoretical-methodological framework, which is a reference founded on the beginnings of soviet psychology, with works by scientists such as Vigotski and Leontiev and seeks, in general, to offer a dialectical understanding of human development, problematizing the dichotomizations that we often reproduce, opening the way to deeply understand human activities, taking social transformation as its ontology. In this way, this work, through structured activities based on texts, in the Course of Field Education - Natural Sciences and Mathematics, aimed to analyze the co-construction of discussions about Nature of Science in teacher education. To this, activities were developed structured by a text (in the form of a literary tale) and five excerpts of texts (involving discussions where it was attempted to appropriate the scientific discourse) that aimed, from collective activities with the undergraduates, to raise discussions about aspects of Nature of Science, especially around the *contradictory unit* of “scientific proof”. Among the main results, the permanent tendency of not dichotomizing the *scientific activity* of the *educational activity* stands out, in the speeches of the undergraduates during the activities, which raises, for future research, the perspective of considering elements of a Nature of Science that has pedagogical sense at school; in other words, a *Nature of School Science*, as a principle/requirement to increasingly seek to develop concrete possibilities for human emancipation through science education.

Keywords: Nature of Science. Cultural-Historical Activity Theory. Teacher Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O Princípio da Equivalência das Massas Inerciais e Gravitacionais.....	60
Figura 2 - A curvatura do tecido espaço-temporal causada pelo Sol.....	63
Figura 3 - O monólito de Kubrick e os primatas.....	90
Figura 4 - A estrutura da atividade humana segundo Engeström.....	99
Figura 5 - Complexo de Complexos de Atividades	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistematização das considerações/ações da versão piloto do texto	129
---	-----

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO.....	15
1 NATUREZA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	21
1.1 AS CONCEPÇÕES SOBRE A ATIVIDADE CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.	21
1.2 CARACTERIZAÇÃO PANORÂMICA DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS DE NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.	30
1.3 contrapontos pertinentes às abordagens envolvendo natureza da ciência.	44
2 a gravitação de einstein e a natureza da ciência.	53
2.1 GÊNESE da gravitação de einstein: de berna ao eclipse de 1919.....	54
2.2 reforços corroborativos: de 1916 à detecção das ondas gravitacionais.	74
3 A TEORIA DA ATIVIDADE CULTURAL-HISTÓRICA COMO UM REFERENCIAL.	88
3.1 O MONOLITO DE KUBRICK E O ALVORECER DO SER HUMANO.	88
3.2 ESTRUTURA DA ATIVIDADE: PRÁXIS COMO FUNDANTE DA REALIDADE HUMANA.	92
3.3 A LINGUAGEM NUMA PERSPECTIVA DIALÉTICA DO DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	104
3.4 AGÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO SOCIAL NA PERSPECTIVA CULTURAL-HISTÓRICA.....	111
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES (OU AS ATIVIDADES E OS SIGNIFICADOS QUE SUSTENTAM).....	118
4.1 A CONSTITUIÇÃO DA ATIVIDADE DE NATUREZA DA CIÊNCIA, DO CONTO E SUAS ARTICULAÇÕES.	121
4.2 A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA COM OS EXCERTOS.	131
4.3 O MOMENTO DAS INTERVENÇÕES.	136
4.3.1 Encontros realizados na Turma A.	138
4.3.2 Encontros realizados na Turma B.	153
4.4 OS SISTEMAS INTERAGENTES DE ATIVIDADES COMO UM <i>TUDO</i>	164

5	CONSIDERAÇÕES <i>QUASI-FINAIS</i>.	169
	REFERÊNCIAS	172
	Apêndices	179
	Apêndice 1 - Conto “O espaço e o tempo de Eleanor”	179
	Apêndice 2 - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	186
	Apêndice 3 - Planejamento dos encontros para aplicação da pesquisa.	188

APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO.

*“É, mas eu sou o amargo da língua
A mãe, o pai e o avô
O filho que ainda não veio
O início, o fim e o meio”
(Gita, Raul Seixas)*

Apresentações são sempre complicadas, principalmente porque tentam retratar um início, um estopim, aquela centelha que nos coloca em um movimento constante até os momentos finais, de forma linearmente culminativa; é como se existissem três momentos únicos em qualquer atividade humana: começo, meio e fim - o que é uma falácia. Da mesma forma que alguns acreditam que as apresentações, as narrativas de vida sejam feitas assim, dum estalo que culmina num ápice inquestionável, alguns compreendem e ensinam ciências da natureza desta forma - o que é outra falácia, talvez ainda mais pueril. Desta forma, apresentaremos e introduziremos o trabalho da mesma forma, tentando indicar que, olhar a apresentação deste de forma isolada e esperando seu final, é tão improdutivo quanto olhar para a história das ciências da natureza buscando um começo, meio e fim.

Desta forma, ainda que as motivações para essa pesquisa não tenham um começo genésico, vamos aqui tirar uma fotografia de um momento onde podemos considerar um começo, pelo menos para poder escrever o trabalho. A principal motivação por esse trabalho aconteceu em um momento bem específico, quase no final da graduação, durante um evento que estava acontecendo na instituição em que fiz a Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física. Este evento, consistia em um ciclo de filmes e debates, e o eixo do evento estava no debate envolvendo ciência e sociedade, de modo que após o filme sempre recebíamos um convidado para levantar pontos para discussão. Nesse dia, em que a idéia por trás deste trabalho começou a me causar *urticárias mentais*, o filme exibido era “Augustine”, de 2012, dirigido por Alice Winocour discutindo episódios da história da psicologia, tratando alguns métodos de Jean-Martin Charcot (1825-1893) na “cura” do que no século XIX chamávamos de “histeria”. Ou seja, eu farejava que teríamos muitas discussões, e esperava que fossem hercúleas.

A pessoa responsável por levantar pontos para debate após a exibição do filme era uma professora de história da instituição que eu, apesar de não ter assistido nenhuma de suas aulas, admirava. Não que tenha passado a não admirar depois do episódio que estou relatando - mas

confesso que parte da admiração murchou - principalmente devido às discussões que iniciamos e não pudemos terminar. O murchar, entretanto, depois virou as *urticárias mentais* que me motivaram, então antes de tudo, preciso agradecer à essa professora de história.

As *urticárias mentais* começaram, portanto, em uma cena do filme onde uma das mulheres que estava sendo tratada por Charcot, já havia “se curado” da “histeria” mas, devido à uma apresentação que Charcot fazia em uma universidade de prestígio, este pediu que a até então paciente fingisse um “ataque histérico”, caso contrário ninguém acreditaria no seu “método”. Eu acabara de defender um trabalho de conclusão de curso que trabalhava com a epistemologia de Popper e concepções de ciência e aquilo fez a cabeça ferver! Como podemos aceitar, na história das ciências, coisas como esta? Mas o ponto de ebulição veio, quando no meio do debate, questionando a suposta encenação da paciente e como aquilo foi utilizado numa tentativa de corroborar o “método” de Charcot, e como esses procedimentos de validação eram complexos e discutíveis, e a professora de história torna seu olhar para mim, e me diz, jocosamente: “Vocês acabaram de descobrir as ondas gravitacionais, não? O Einstein já tinha previsto a existência delas há mais de cem anos. Até o momento em que vocês fizeram esse experimento aí e descobriram, o que vocês tiveram senão fé em Einstein?” - e aí eu congelei, num misto de espanto e indignação. Como uma professora de história, poderia ter uma concepção tão linear e culminativa de história, pensando que propomos algo e depois de cem anos “provamos” algo? Como seria possível desconsiderar toda a história da Relatividade Geral, centralizando a importância de todo empreendimento humano envolvido à uma atividade isolada, ainda entendendo tal atividade de detecção das ondas gravitacionais como “a prova da fé que tivemos em Einstein”? Tentei lhe explicar que não era bem assim, que a detecção era o reforço de algo que já vinha progredindo nesses cem anos e não que começa e é provado - mas não adiantou - fui alcunhado de arrogante e, dados ânimos acalorados de ambos, a discussão ali terminou.

Somente depois de muito refletir sobre esse episódio que comecei a desconfiar que a professora, estava apenas reproduzindo um discurso que é presente na sociedade de uma forma geral, inclusive na área da educação científica e tecnológica; de uma ciência exata que possui etapas rígidas, infalíveis e específicas de desenvolvimento de conhecimento e, além de tudo, para poucos. Mas como encontrar nas pesquisas, eu me questionava, aporte para me auxiliar com essas discussões? Como poderia eu (na época pensava que fazia sozinho) resolver esse problema? Por que tantos colegas e professores possuem as mesmas concepções falaciosas da atividade científica? É nesse momento que as discussões de Natureza da Ciência, aportadas pela

Epistemologia e História da Ciência entram para me ajudar e é a partir daqui que introduzimos, uma vez que devidamente apresentado, o trabalho que aqui propomos.

A importância das discussões acerca da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências já vem sendo problematizada ao longo dos anos por diversos pesquisadores (HARRES, 1999; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005; PEDUZZI; SILVEIRA, 2006; OKI; MORADILLO, 2008; ARTHURY, 2009; ALLCHIN, 2017; DAMASIO; PEDUZZI, 2017, COFRÉ *et al*, 2019; GARCIA, 2019) principalmente pois, quando abordada, tanto no ensino da educação básica quanto na graduação, pode proporcionar um estudo aprofundado das concepções filosóficas da atividade científica, tanto de alunos quanto professores. O estudo da Natureza da Ciência pode proporcionar, portanto, uma ênfase nas questões epistemológicas que fundamentam a atividade científica, considerando as concepções filosóficas como um dos possíveis tópicos a serem estudados em diversos segmentos da educação científica. Nesses segmentos, o reforço de tal importância, frente às suas possibilidades e limitações no ensino, pode ser justificado, principalmente por dois motivos; por que essas concepções filosóficas são, em sua maioria, transmitidas pelo ensino nas escolas (FERNÁNDEZ *et al*, 2002) e ainda, na maior parte das vezes, são concepções indutivistas ingênuas da Atividade Científica (GIL PÉREZ *et al*, 2001).

Nesta perspectiva, portanto, começamos a desenvolver as principais idéias deste trabalho, a partir de discussões envolvendo a Natureza da Ciência e a formação de professores. No início, ainda encontrava-me com muita indignação em relação ao discurso da professora e, somente depois de muitas discussões com meu orientador e com os colegas (e obviamente, com milhares de litros de café) que comecei a entender que o discurso da professora não era “dela”, e sim que estava inserido em uma lógica de compreensão da atividade científica com a qual, estudando muito, poderíamos pensar em promover transformações. Nesse sentido que conheci a Educação do Campo e, me envolvendo com sua realidade que me motivei, junto com o meu orientador, a pensar a pesquisa nesse âmbito.

Desta forma, é a partir destas discussões que destacamos o problema de pesquisa como: ***quais as possibilidades de, por meio de textos, co-construir discussões acerca de Natureza da Ciência com licenciandos da Educação do Campo?***. Sendo que, dentro dessas discussões, como trataremos ao longo do trabalho, tencionaremos debater acerca do tema (ou *unidade contraditória*, como exploraremos mais no capítulo 4) “Crença *versus* Conhecimento”, aliados ainda com as primeiras motivações causadas no debate com a professora de história, buscando desmistificar a idéia de “provar cientificamente” a “verdade” da ciência, operando em alternativa com questões heurísticas que fundamentam a atividade científica. É nesse aspecto

que, ao olhar para a história da Relatividade Geral - da janela em Berna à detecção das ondas gravitacionais - não estamos propondo início, meio e fim. Pelo contrário, estamos buscando, pensar na Relatividade Geral como um programa de pesquisa da gravitação einsteiniana que progride e continua em progresso e não que “passa a estar certo” depois da detecção.

A ênfase nas questões heurísticas que fundamentam a atividade científica são pensadas como alternativa à concepção puramente verificacionista do experimento de detecção das ondas gravitacionais de modo que, o capítulo 2, sobre a Relatividade Geral, nos ajuda com as argumentações necessárias para *historicizar* o processo, ou seja, compreender que o episódio de detecção das ondas gravitacionais - do ponto unicamente epistemológico, o que também debateremos no capítulo 4, nas análises de resultados - deve ser tratado como uma questão de reforço corroborativo da conjectura da Relatividade Geral, onde a detecção refletiria um aspecto da heurística positiva do programa, de modo que o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana continuaria em desenvolvimento progressivo. Assim, “[o] desenvolvimento do programa inclui uma sucessão de **modelos crescentes em complexidade**, procurando cada vez mais se aproximar da realidade” (SILVEIRA, 1996, p. 222, grifos nossos), de modo que podemos ao invés de considerar a detecção das ondas gravitacionais como a “prova da verdade” da Relatividade Geral – o que discutiremos ao longo do trabalho, incorreria numa falácia – pensar nesta como um reforço corroborativo que, orientado pela heurística positiva, permitiu o desenvolvimento de modelos crescentes em complexidade, mantendo o programa de pesquisa progressivo. Mas isto resolve o problema do ponto de vista unicamente epistemológico e, como veremos ao longo do trabalho, especialmente no capítulo 4, as discussões em torno da *unidade contraditória* “Crença versus Conhecimento” não são unicamente epistemológicas.

A partir destas discussões, construímos um texto em caráter literário (mini conto, que constará nos apêndices deste trabalho) que, a partir de uma narrativa, buscasse suscitar discussões acerca de Natureza da Ciência, principalmente em relação às discussões envolvendo “prova científica”, “crença e conhecimento”, “acreditar e saber”, etc., com os licenciandos da Educação do Campo - Ciências da Natureza e Matemática. O texto, inserido em um planejamento envolvendo quatro encontros com duas turmas de licenciandos e à luz do referencial teórico-metodológico da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, que discutiremos neste trabalho, é pensado de uma forma que mediado no coletivo destes licenciandos possa auxiliar na co-construção de discussões sobre Natureza da Ciência.

Em suma, o trabalho está atualmente dividido de uma forma que: no primeiro capítulo discute-se alguns aspectos relativos à Natureza da Ciência e as articulações destes com nossas

intenções de investigação, de modo que apresentaremos alguns pontos que estejam alinhados às discussões na formação docente; no capítulo dois apresentam-se algumas questões referentes à gravitação de Einstein e a Natureza da Ciência, com ênfase nas questões que fundamentam os processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico, tratando das primeiras preocupações de Einstein em relação à natureza da gravidade, buscando destacar elementos históricos durante mais de um século de desenvolvimento científico, até a divulgação da detecção das ondas gravitacionais principalmente com o intuito de defender que a concepção de que “tivemos cem anos de fé em Einstein” é uma falácia - ou no mínimo, uma questão de apologética; já no terceiro capítulo tratamos do referencial teórico-metodológico da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, tratando o desenvolvimento humano através das discussões envolvendo consciência, linguagem e agência humana, enquanto no quarto capítulo apresentamos e analisamos os resultados - ou as formas pelas quais as atividades sustentam significados.

Desta forma, esperamos fornecer neste texto uma síntese do que viemos discutindo, sabendo ainda que todas estas discussões que realizamos, não começam - e nem terminam - aqui, pois compõem, como discutiremos adiante, atividades que interagem formando sistemas de atividades e complexos de atividades, formados em diversos contextos e por diversas histórias, como pretendemos através desta, continuar buscando desenvolver formas concretas de emancipação humana por meio da educação científica.

1 NATUREZA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.

*“Focusing on nowhere, investigating miles.
I'm a seeker, I'm a really desperate man”
(The Seeker, The Who)*

Neste capítulo trataremos de alguns aspectos relativos à Natureza da Ciência e as articulações destes com nossas intenções de investigação, de modo que apresentaremos alguns pontos que estejam alinhados às discussões da Natureza da Ciência na formação docente, tencionando abordar algumas características principalmente relacionadas à formação inicial dos licenciandos e das pesquisas envolvendo estratégias didáticas de História e Filosofia da Ciência (HFC) na educação científica.

Dentro dessa perspectiva, o capítulo está organizado em seções de modo que iniciamos a discussão tratando de algumas concepções filosóficas da atividade científica (Seção 1.1) e suas implicações na educação básica; seguindo para uma caracterização da produção acadêmica relacionada à Natureza da Ciência na educação científica (Seção 1.2), onde buscaremos tratar, sempre que possível, das pesquisas que investigam o âmbito da formação docente além da formação básica e, a última seção (Seção 1.3) buscará realizar brevemente alguns contrapontos acerca da Natureza da Ciência na educação científica de uma forma geral, através de pesquisas que destacam pontos importantes em relação à tais abordagens envolvendo Natureza da Ciência.

1.1 AS CONCEPÇÕES SOBRE A ATIVIDADE CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

Quando em meados dos anos noventa, um astrônomo e divulgador da ciência estadunidense publica um livro manifestando, dentre várias perspectivas, suas inquietudes em relação à disseminação de concepções distorcidas acerca da atividade científica - com uma ousada proposta de recuperar alguns valores atribuídos à racionalidade científica - o que esperamos é que o livro inicie tratando dessas concepções distorcidas elucidadas pelo autor. Entretanto, o prefácio do livro dedica-se aos seus professores e somos, inadvertidamente, levados a pensar que nessa seção encontraremos menções honrosas a professores que fizeram a diferença na vida desse autor, embora o contexto apresentado seja outro.

O livro mencionado trata-se de “O Mundo Assombrado Pelos Demônios” (1996) publicado pelo astrônomo e divulgador da ciência estadunidense Carl Sagan, no qual ele propõe

argumentações que poderiam nos levar a compreender a ciência como “uma vela na escuridão”. Ainda que a proposta possa induzir a uma tônica sobejamente salvacionista ingênua; ou que a ciência forneceria “todas as respostas às mazelas do mundo”, Sagan consegue abordar as explicações sobrenaturais acerca de fenômenos naturais, discutindo que sempre (ou quase sempre) haverá explicações racionais para fenômenos inicialmente contra-intuitivos, e enfatizando os possíveis problemas da propalação dessas concepções distorcidas para a construção de uma cultura científica na sociedade.

No entanto, ainda pode nos persistir a pergunta: se o autor discutirá as questões de propalação de concepções distorcidas da atividade científica, é coerente começar falando dos professores que teve na educação básica? Nessa perspectiva, Sagan nos surpreende ao tratar a educação científica engessada que recebera inicialmente:

Gostaria de poder lhes contar sobre professores de ciência inspiradores nos meus tempos de escola primária e secundária. Mas, quando penso no passado, não encontro nenhum. Lembro-me da memorização automática da tabela periódica dos elementos, das alavancas e dos planos inclinados, da fotossíntese das plantas verdes, e da diferença entre antracito e carvão betuminoso. Mas não me lembro de nenhum sentimento sublime de deslumbramento, de nenhum indício de uma perspectiva evolutiva, nem de coisa alguma sobre idéias errôneas em que outrora todos acreditavam (SAGAN, 1996, p.8).

Não obstante dessa discussão, poderíamos inferir que, mesmo assim Carl Sagan tornou-se um astrônomo renomado e até hoje - mesmo postumamente - é reconhecido como um exímio divulgador da ciência, independentemente das possíveis fragilidades de sua educação científica basal, ainda no início de sua formação escolar. No entanto, Sagan segue nos dizendo que seu interesse pela ciência foi mantido durante todos os anos escolares devido a leitura de livros e revistas sobre a ciência e a ficção científica (SAGAN, 1996). Ou seja, algo que ele sentiu necessidade, mas que a educação escolar de modo algum propiciou ou, se o fez, fez com ineficácia, desconsiderando todas as tessituras de uma abordagem crítica dessa educação.

Torna-se importante ressaltar, entretanto, que não objetivamos argumentar que devemos buscar uma educação científica para “formar cientistas”, nem que a educação científica deve ser pensada de forma determinística. O que busca-se discutir, poderia ser construído em forma de perguntas, pois, enquanto Sagan sentiu-se interessado pelas questões científicas paralelamente à sua educação escolar, e encontrou fundamento para seus interesses, seria possível que todo estudante que não foi estimulado na educação básica, tivesse encontrado os mesmos fundamentos para seus interesses? Ou ainda; quais as chances de que, um estudante apresentado às mesmas concepções distorcidas (ou deformadas) da atividade científica, tivesse

uma educação preocupada com sua formação cidadã? Em tempo, ainda, como (e se) essas discussões envolvendo aspectos de Natureza da Ciência podem servir à transformação da realidade destes estudantes?

No tocante a tais discussões iniciais, torna-se ainda mais preocupante se pensarmos, como destacam Cachapuz *et al.*, (2005) que essas formas distorcidas de ensinar ciências podem proporcionar uma recusa à educação científica por parte dos alunos:

Esta preocupante distância entre as expectativas postas na contribuição da educação científica na formação de cidadãos conscientes das repercussões sociais da ciência — e susceptíveis de se incorporarem numa percentagem significativa, às suas tarefas — e a realidade de uma ampla recusa da ciência e da sua aprendizagem, tem terminado por dirigir a atenção para como se está levando a cabo essa educação científica (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p.38).

Ou seja, o que inicialmente nos intriga quando estudantes da educação básica desenvolvem certa aversão à educação científica (para não entrarmos em particularidades *se* essas são traumáticas), pode constituir um problema na educação, principalmente se considerarmos o espectro da responsabilidade social da atividade docente como um todo.

Vale ressaltar, no entanto, que abordando as possíveis concepções distorcidas de se compreender e ensinar ciências, não buscamos inferir que exista uma concepção *correta* acerca da atividade científica, tampouco que exista um método privilegiado, infalível e inocuamente preciso, para o desenvolvimento dos processos de construção de conhecimento científico. Entretanto, destacaremos, como fizeram Gil Pérez *et al.*, (2001, p.127) “[s]em negar o interesse das interpretações, diferenças e divergências, colocamos a tônica naquilo em que existe consenso, tendo como base uma visão da ciência que não cai em demasiadas simplificações e deformações”, destacando aspectos relevantes em relação ao que deveríamos evitar, ao invés de inferir, com certo escrutínio, o que deveríamos fazer. Vale ressaltar ainda, que na última seção deste capítulo, onde traremos contrapontos envolvendo Natureza da Ciência, problematizaremos tal busca por *consenso*, mas no momento tal apontamento feito por Gil Pérez *et al.* (2001) nos é suficiente.

Nessa perspectiva, esse trabalho de Gil Pérez *et al.* (2001) destaca, com aprofundamento não só teórico, como com preocupações concernentes à novas propostas para renovação da Didática das Ciências, uma articulação que permitiu elencar um conjunto de sete concepções distorcidas, alcunhadas pelos autores de “visões deformadas” da atividade científica. Visões essas, cujas deformações exprimem certa acriticidade em relação às práticas

educativas além de entendimento filosófico da atividade científica, de modo que tais concepções elencadas por Gil Pérez *et al.*, (2001) são:

- a) **concepção empírico-indutivista e ateórica**; destacada pelos autores como “a deformação que foi estudada em primeiro lugar, e a mais amplamente assinalada na literatura” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 129) e que consiste, em linhas gerais: inferir o suposto papel neutro da observação; defesa da existência - e suposta eficácia - de um método, alcunhado como *o método científico* e a aceitação das possibilidades objetivas de construção de enunciados gerais a partir de enunciados particulares.
- b) **visão rígida**; tratada como a visão algorítmica, exata e infalível, eximindo (ou ao menos, tentando) todo o caráter subjetivo da atividade científica, desde a influência da imaginação do investigador até uma proposta mecanizada das etapas do suposto *método científico*.
- c) **visão apromática e ahistórica**; explicitada pelos autores como uma das visões que proporcionam uma exclusão às discussões relativas à sociogênese do conhecimento, sem destacar muitas vezes os problemas contidos nessa gênese, muito presente, inclusive, nos livros didáticos, dentre outros materiais educativos.
- d) **visão exclusivamente analítica**; destacada como uma das visões mais segmentadoras da atividade científica, descaracterizando os processos coerentes de unificação de corpos de estudos da história da ciência, legitimando a exclusão (ou deficiência) das discussões envolvendo alguns processos históricos de síntese entre conjecturas.
- e) **visão acumulativa de crescimento linear**; que enfatizam um suposto crescimento linear dos conhecimentos científicos, desconsiderando todos os processos de modelagem - e, conseqüentemente, remodelagem - das conjecturas, fruto de processos que acabam por configurar “uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 132).
- f) **visão individualista e elitista**; que destaca além de um caráter verificacionista ingênuo da atividade científica, a busca ineficaz em clamar pela suposta supremacia intelectual, genial, de uma figura estereotipada do cientista, de modo que “Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133).

- g) **socialmente neutra**; visão que enfatiza a suposta posição à margem da sociedade conferida ao cientista, descaracterizando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), de modo que, mesmo com uma influência midiática em buscar retratar a influência da atividade científica em toda esfera social, ainda exista “uma elevada porcentagem de professores não tem em consideração essa dimensão da atividade científica” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133).

Ou seja, é possível identificar que, mesmo não havendo uma metodologia essencialmente capaz de orientar uma prática de elencar *uma concepção correta* da atividade científica, as visões deformadas podem conferir um problema que afeta, e muito, a esfera educacional. Tal afetação pode ocorrer, considerando que as concepções dos professores podem ser carregadas dessas deformações, além da existência de uma lacuna imensa das discussões dessas deformações implícitas na sua formação inicial (GIL PÉREZ *et al.*, 2001).

Dentre as concepções deformadas discutidas no trabalho de Gil Pérez *et al.* (2001), se considerarmos que a concepção mais destacada nas pesquisas pelos autores realizada é a concepção empírico-indutivista e atórica (ou empirista-indutivista) e que, os autores assinalam que dentro das pesquisas esta “têm mostrado as discrepâncias entre a ciência vista por meio das epistemologias contemporâneas e certas concepções docentes” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.129), faz-se necessário destacar a importância de compreender as concepções deformadas à luz de discussões epistemológicas. Destarte, buscaremos indicar que, apesar das pesquisas relacionando as insustentabilidades dessa concepção em relação à epistemologia contemporânea, a concepção empírico-indutivista ainda se faz muito presente no Ensino de Ciências (HARRES, 1999; SILVEIRA; OSTERMANN, 2002; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005).

A concepção empírico-indutivista, em síntese, concebe a atividade científica composta por: uma série de etapas que supostamente devem ser executadas em sequência rigorosa permitindo que através do *método científico* seja possível inferir enunciados gerais a partir de enunciados particulares; uma gênese na observação, sendo essas neutras e essencialmente objetivas; uma lógica indutiva que permitirá - considerando o conhecimento científico linearizado, definitivo e cumulativo - “desvelar a realidade” através da indução; que esse então conhecimento científico é definitivo e, conseqüentemente, atemporal.

Dentre os diversos problemas que podem emergir em pensar a educação científica a partir das perspectivas empírico-indutivistas, além de considerar essa uma concepção que já apresentou diversas limitações segundo as discussões epistemológicas, é na crença da suposta

objetividade pura da ciência, de modo que uma vez que o estudante não identifica tal objetividade, pode ser levado a crer no pernicioso aforismo que “aprender ciência é para poucos”, que podem residir problemas. Tais problemas podem ser caracterizados se esse “enquadramento” de conhecimento puramente objetivo apresentar-se aos estudantes de uma forma que supostamente se estes não fazem parte desse grupo seletivo, não poderão aprender Ciência na escola. Nessa perspectiva de buscar caracterizar alguns problemas dessas concepções no Ensino de Ciências na educação básica, Köhnlein e Peduzzi (2002) destacam um dos objetivos pelo qual a concepção empírico-indutivista pode ter ficado substancialmente enraizada nas discussões acerca da atividade científica:

Um dos motivos pelo qual a concepção empirista-indutivista parece ter ficado tão profundamente arraigada à investigação científica é que os cientistas a utilizaram como critério de demarcação entre ciência e não ciência. Isto é, ela ensinou a convicção de que o conhecimento científico derivado dos dados da experiência é um conhecimento objetivo e confiável porque é provado. O observador científico registra fielmente os dados observados, fazendo isso sem preconceitos, exorcizando os ‘ingredientes’ sociais, pessoais, lingüísticos e filosóficos que podem perturbar o seu trabalho. Com base no princípio da indução, partindo do particular para o geral, baseando-se na quantidade e qualidade dos dados obtidos, ele chega as leis e teorias (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002, p. 3).

Não obstante a exigência de que a concepção empírico-indutivista clama como sendo possível utilizar a indução como critério de demarcação lógico, Karl Popper (1902-1994), filósofo austríaco, nos sugere que tal exigência busca demarcar a ciência através da *verificabilidade*. Para Popper, um sistema científico deve afastar-se da exigência da *verificabilidade* e que possivelmente um critério de demarcação mais adequado seria a *falseabilidade*, de modo que “sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico” (POPPER, 1972, p. 42). Desta forma, Popper indica que uma alternativa à prática de demarcar a ciência “provando que uma conjectura é verdadeira” poderia ser propondo falsear tal conjectura, de modo que essa, por sua vez resistindo à falseabilidade, seria corroborada. A falseabilidade popperiana, no entanto, não resolve todos os problemas, mas certamente auxilia a olhar para a atividade científica de forma menos verificacionista, buscando compreendê-la de outro ponto de vista que envolve, inclusive, a (re)construção lógica do conhecimento científico.

Ainda que não seja o objetivo desta seção buscar elencar qual seria o critério de demarcação “mais adequado” para a ciência ou para se pensar a educação científica, a proposta de Popper pode servir para ilustrar que a epistemologia contemporânea vem discutindo os

problemas acerca da concepção empírico-indutivista nas últimas décadas, não só com Popper, como por exemplo Ludwik Fleck (1896-1961), Thomas Kuhn (1922-1996), Imre Lakatos (1922-1974), Paul Feyerabend (1924-1994), dentre outros.

Quando discutimos os problemas relacionados à essas formas distorcidas de compreender a atividade científica do ponto de vista exclusivamente epistêmico, podemos ser levados a pensar que tais problemas afetam apenas o desenvolvimento (ou a compreensão desse desenvolvimento) dentro da pesquisa científica e que isso incute problemas somente no âmbito acadêmico. Entretanto, como já destacamos nessa seção, as pesquisas em educação científica atentam para os possíveis problemas da propalação dessas concepções tanto na educação básica quanto na superior. O que nos cabe questionar é: *se* essas concepções distorcidas estão presentes no cotidiano escolar, seria possível que elas fossem *transmitidas* pelo ensino de ciências? Seria possível, que não somente a forma distorcida como divulgamos (se divulgamos) a ciência, mas também a forma como ensinamos, uma das responsáveis por essas distorções no ensino e aprendizagem em ciências?

Na possibilidade dessas concepções distorcidas serem transmitidas pelo ensino, o trabalho de Fernández *et al.* (2002), congênere do trabalho de Gil Pérez *et al.* (2001) enfatiza a ocorrência de tal transmissão, inclusive por veículos midiáticos, destacando que essas concepções fazem parte de uma imagem *folk* (popular) da atividade científica. O trabalho ainda identifica que um dos principais fatores contribuintes para disseminação dessas concepções desenvolve-se no ensino de ciências - inclusive universitário - por meio do que os autores chamaram de *tópicos deformantes*, que incluem, perniciosamente, uma excessiva cobrança de prestação de conhecimentos, com pouca discussão acerca da atividade científica. Dentre os maiores problemas apresentados por esses *tópicos deformantes*, segundo os autores, é que estes podem conferir um obstáculo não somente para ensinar ciências, mas para pensar uma possível renovação do ensino de ciências.

Diante de tais preocupações - e resultados de pesquisas - concernentes às visões deformadas da atividade científica, porém doravante tencionando uma renovação no ensino de ciências, o trabalho de Cachapuz *et al.*, (2005) fundamenta uma proposta de orientação para tal renovação na educação científica, baseado principalmente em alguns problemas relacionados ao ensino de ciências que acabam por contribuir, inclusive, num desinteresse dos estudantes em aprender ciências desde a educação básica. Tal proposta, inclui discussões que permeiam, segundo os autores, “mostrar o carácter de objetivo social prioritário de uma educação científica para o conjunto dos cidadãos, o que torna necessário a profunda renovação na

orientação do ensino” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 8), ou seja, não trata-se de uma preocupação que envolve somente propostas metodológicas para ensinar ciências, tratam-se de discussões que englobam problemas educacionais que impactam na formação cidadã dos estudantes e também professores.

Torna-se importante ressaltar tal caráter social da educação científica, principalmente no tocante à disseminação dessas concepções distorcidas da atividade científica, pois além do possível desinteresse que os estudantes podem desenvolver em relação à ciências na educação básica, tal configuração pode resultar em uma imagem da ciência que o estudante carregará consigo, o que pode, inclusive, afetar sua atuação política na sociedade; suas reflexões acerca da interferência humana nos processos ecológicos; relações sócio-históricas com a produção e uso de tecnologias, dentre outras.

Na perspectiva de considerar tal caráter social, uma das principais causas dessa ênfase na propalação da concepção empírico-indutivista na educação científica, centralizam-se as discussões envolvendo a imagem que os alunos desenvolvem do cientista. Como destacam Carvalho *et al.* (2017, p.2), numa pesquisa realizada no Ensino Fundamental, “professores mal formados sobre a questão do como ensinar a Natureza da Ciência podem, mesmo que implicitamente, transmitir concepções inadequadas sobre a mesma” e continuam para a questão da imagem do cientista, atentando para como “uma concepção inadequada da ciência, por exemplo, a ciência é feita por gênios, poderá, possivelmente, afastar futuros candidatos às carreiras científicas pelo fato de não se enquadrarem nos “altos” padrões de genialidade creditados aos cientistas”. Ou seja, ignorar a responsabilidade social da educação científica podem acarretar em problemas sociais na formação de cada cidadão.

Importante e necessário ressaltar que é prudente tomar cuidado - e aqui tentaremos manter tal prudência - no que diz respeito à essa defesa por uma educação científica que contribua para a formação cidadã. Devemos nos perguntar e, ainda que talvez não tenhamos resposta imediata, se queremos educar para buscar desenvolver a autonomia dos estudantes, de modo que essa autonomia poderá impactar na sua atuação na sociedade, ou se tencionamos educar para reproduzir uma sociedade elitista e que promove segregações das mais diversas naturezas, tentando perniciosamente “adequar” os sujeitos em categorias pré-estabelecidas, de forma desigual. No tocante à essa questão elitista, que configura uma das concepções distorcidas da atividade científica, Chalmers (1993) elucida uma problemática que apresenta certa superioridade autoritária da ciência na sociedade:

Há abundância de provas na vida cotidiana de que a ciência é tida em alta conta, a despeito de um certo desencanto com ela, devido a consequências pelas quais alguns a consideram responsável, tais como bombas de hidrogênio e poluição. Anúncios freqüentemente asseguram que um produto específico foi cientificamente comprovado como sendo mais branqueador, mais potente, mais sexualmente atraente ou de alguma maneira preferível aos produtos concorrentes. Assim fazendo, eles esperam insinuar que sua afirmação é particularmente bem fundamentada e talvez esteja além de contestação. Numa veia similar, um recente anúncio de jornal recomendando a Christian Science era intitulado: “A ciência fala e diz que a Bíblia Cristã é comprovadamente verdadeira”, e prosseguia nos dizendo que “até os próprios cientistas acreditam nisso atualmente”. Aqui temos um apelo direto à autoridade da ciência e dos cientistas. Poderíamos muito bem perguntar. “Qual é a base para tal autoridade?” (CHALMERS, 1993, p. 18)

No entanto, a problemática apresentada por Chalmers (1993) pode referir-se à essa visão elitista da ciência, porém sem desvincular que os processos políticos influenciam na produção de conhecimento científico e vice-versa. A questão é que, por exemplo, com a “mesma ciência” - em termos estritamente conceituais - que desenvolvemos a bomba atômica, desenvolvemos o sistema de posicionamento global (GPS). Deste modo, tentando não incorrer em simplismos e reducionismos, enquanto docentes, podemos nos perguntar: qual a natureza das discussões envolvendo ciência na educação científica e concepções da atividade científica estamos propondo? Nossas concepções, podendo ser distorcidas e possivelmente transmitidas pelo ensino, contribuem para qual tipo de entendimento da ciência e das relações sociais? Como as discussões envolvendo Natureza da Ciência podem contribuir para uma minimização dessas concepções distorcidas na educação científica?

Destarte, dessas e das próximas perguntas que podem nos despertar interesses de investigação, algumas pesquisas como a de Cachapuz *et al.* (2005), tratam da importância das discussões da Natureza da Ciência para auxiliar os cidadãos nas tomadas de decisões, mas enfatizam que essa concepção não resume-se a “alfabetizar cientificamente” os estudantes e esperar, de forma otimista, que tal prática seja suficiente para construção de uma educação emancipatória. Os autores destacam, que ainda sendo os estudos científicos rigorosos necessários, aumentar o espectro de conhecimentos ensinados pode não contribuir tão efetivamente para tais tomadas de decisões, visto que “a dificuldade fundamenta-se não na falta de conhecimentos, mas sim na ausência de uma abordagem global que avalie os riscos e contemple as possíveis consequências a médio e longo prazo” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 29). Ou seja, cabe perguntar: bastaria pensar propostas de discussão da Natureza da Ciência na formação de professores centralizando tais discussões somente nos aspectos consensuais do que a epistemologia contemporânea aborda, ou precisaríamos pensar em abordagens que pudessem contribuir para a formação do futuro professor em diferentes aspectos?

Inseridos no que concerne as possibilidades deste questionamento, preocupados com as formas de trabalhar a Natureza da Ciência na formação de professores para discutir, inclusive, aspectos que relacionam as abordagens envolvendo as concepções filosóficas acerca da atividade científica dos licenciandos, na próxima seção deste capítulo faremos uma caracterização panorâmica das pesquisas envolvendo Natureza da Ciência e diversos aspectos da formação docente nos últimos anos. Considerando, dentre esses diversos aspectos, o que estas pesquisas relatam sobre os possíveis impactos dessas concepções nas concepções que os estudantes da educação básica apresentam em relação a atividade científica, compreendendo que, tratando da formação docente, esse torna-se também um aspecto importante a ser destacado.

1.2 CARACTERIZAÇÃO PANORÂMICA DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS DE NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.

Para auxiliar no desenvolvimento da pesquisa e subsidiar as discussões que propomos principalmente envolvendo a Natureza da Ciência e as concepções de ciência na formação de professores, consultamos alguns periódicos nacionais relacionados à pesquisa em ensino de ciências. Utilizando como palavra-chave “Natureza da Ciência” e buscando principalmente os artigos que tratassem dela na formação de professores, consultamos os periódicos: Alexandria, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, de modo que todos os artigos encontrados tiveram seus resumos lidos e os que estavam relacionados diretamente com o tema de pesquisa foram separadamente arquivados e integralmente lidos. Vale ressaltar que, outros artigos (nacionais e internacionais) além desses foram consultados e auxiliaram muito, principalmente no aspecto de caracterização panorâmica histórica das pesquisas envolvendo Natureza da Ciência e educação científica.

Nesse processo de pré-seleção, leitura de resumos e nova seleção direcionada às intenções de investigação, ao pesquisarmos “Natureza da Ciência” foram encontrados cento e vinte artigos, sendo que desses, sessenta e dois foram selecionados com maior alinhamento em relação à Natureza da Ciência na formação docente. O principal critério utilizado na seleção desses sessenta e dois esteve preocupado em delimitar aqueles artigos que tratassem da Natureza da Ciência tanto como recurso para estruturação de determinado material didático a ser utilizado em algum modelo de intervenção didática; Natureza da Ciência para discutir

concepções de ciência de estudantes da educação básica, licenciandos ou professores atuantes; e demais aspectos que envolvessem discussão de conteúdos envolvendo Natureza da Ciência na formação docente. Nessa seção iremos apresentar contribuições de alguns desses artigos, buscando delimitar um pouco mais nossas intenções em relação à Natureza da Ciência para trabalhar as concepções filosóficas na formação inicial dos licenciandos.

Um dos primeiros artigos estudados e frequentemente citados na área de pesquisa em ensino de ciências trata-se de um trabalho realizado por Lederman (1992) publicado no *Journal of Research in Science Teaching* envolvendo a Natureza da Ciência a partir das concepções de ciência de estudantes e professores, realizando uma caracterização panorâmica das pesquisas realizadas nesse tema. O autor além de estabelecer tal panorama apresenta uma série de instrumentos (modelos de questionários, entrevistas, padrões de categorizações) buscando destacar e detalhar alguns procedimentos utilizados pelas pesquisas que cita. Ou seja, tal artigo faz uma caracterização não só dos resultados, mas também dos processos utilizados ao longo dos anos pelos pesquisadores, o que contribui para entender a história desse tema de investigação naquele recorte. Um dos principais resultados dessa pesquisa está em apresentar que, ao contrário do que se pensava, a pesquisa envolvendo as concepções de ciência e a Natureza da Ciência começaram antes da década de 60, já no ano de 1907 com pesquisas realizadas pela *Central Association of Science Mathematics Teachers*. Além disso, o autor traz algumas recomendações para pesquisas futuras, que apontam que um dos cuidados que deve ser tomado ao pesquisar as concepções de ciência de professores e estudantes da educação básica, considerando a complexidade do assunto, é de não tencionar discutir uma única concepção de ciência, tampouco inferir a “qualidade” de uma em detrimento de outra, ou discutir e apresentar aos estudantes somente os “resultados da ciência”, já que uma das preocupações reside na propalação de concepções inadequadas da atividade científica e não de uma que fosse supostamente correta e hegemônica.

Nessa perspectiva de preocupar-se em não somente apresentar a ciência por meio de seus resultados e discutir os processos históricos e sociais de desenvolvimento científico ao longo dos anos, compreendemos que as recomendações sugeridas por Lederman (1992) apontaram numa direção interessante para a pesquisa em educação científica, considerando a relevância dos estudos envolvendo as concepções de estudantes da educação básica e professores. Tal relevância, como destaca Arthur (2016, p. 38), reside na “necessidade de se trazer ao professor em formação essas discussões epistemológicas, sem ignorar outras atividades que permitam ao professor em atuação também fazer parte nesse processo”, ou seja,

talvez, uma das formas de, partindo do que indicou Lederman (1992), buscar estratégias de discussão que não culminem na apresentação de uma concepção hegemônica de ciência, resida nas discussões epistemológicas das ciências tanto na salas de aula da educação básica, quanto professores em formação e também atuantes. Ainda, esta relevância deve ser problematizada, pois as discussões epistemológicas contribuem para essa formação seja inicial ou continuada, sem a necessidade de apelar, perniciosamente, para o argumento da experiência do profissional, como se esse fossem temas “triviais” na educação científica, portanto, supostamente, “problemas resolvidos”.

Esse argumento pragmático que busca inferir que o professor mais experiente já possuiria uma concepção mais adequada da atividade científica (ou menos distorcida) devido ao tempo com que trabalha discutindo tais temas também foi problematizado por uma pesquisa realizada por Lederman (1999) pouco tempo depois da citada anteriormente. Nessa pesquisa o autor apresenta um estudo de caso envolvendo professores das áreas de ciências da natureza atuantes na educação básica, tanto de escolas em zonas urbanas quanto rurais, dentre eles professores iniciantes e mais experientes. Utilizando uma metodologia que envolveu questionários e entrevistas com os professores, o autor investigou a possível relação entre as concepções dos professores em relação à Natureza da Ciência e sua prática docente, buscando delinear alguns indicativos de fatores que pudessem facilitar ou impedir essa relação. Um dos pontos que mais se destacam dessa pesquisa está relacionado com a forma de abordagem estabelecida pelo pesquisador, pois após questionários e entrevistas com os professores, realizava-se uma reunião e todos discutiam suas respostas e problematizavam aquelas concepções para delinear os fatores indicativos coletivamente. Dentre diversos resultados, o que mais despertou-nos curiosidade, considerando nossas intenções de investigação, é o de que o autor identificou, quando indicou que as concepções que os professores possuem acerca da atividade científica, independentemente de sua experiência, precisam ser discutidas constantemente para auxiliar os professores a articularem tais concepções com a prática em sala de aula, já que, aparentemente, essa articulação não acontece de forma clara. Nessa perspectiva, o autor destaca que “mais atividades de desenvolvimento profissional devem se concentrar no entendimento dos professores sobre a natureza da ciência e as formas de traduzir esses entendimentos para a prática em sala de aula” (LEDERMAN, 1999, p. 927, tradução nossa).

Essa aparente falta de clareza da articulação entre as discussões epistemológicas desenvolvidas na formação docente e as práticas pedagógicas dos professores nos despertou curiosidade principalmente porque partíamos de um pressuposto de que tais discussões

epistemológicas já envolviam atividades de pensar formas de abordagem daquelas discussões em sala de aula, não somente instigando, mas buscando auxiliar os futuros docentes em trabalhar, dentre diversos aspectos, o caráter histórico e os processos humanos envolvidos no desenvolvimento das ciências da natureza.

Outro aspecto que chama a atenção nessas pesquisas de Lederman (1992; 1999) tratam do modelo de intervenção que elas utilizam; identificam-se concepções prévias sejam de estudantes ou de professores, propõem-se algum tipo de intervenção com a proposta de problematizar e buscar ressignificar (ou às vezes até mudar) tais concepções e depois utiliza-se algum tipo de instrumento para, através de comparação analítica, discutir o que foi modificado, o que qualitativamente pode ter sofrido evolução. Consideramos essa prática historicamente importante para a pesquisa em Ensino de Ciências mas tencionamos com nossos objetivos de investigação trabalhar mais sobre uma perspectiva de identificar as ações que emergem a partir das discussões envolvendo os sujeitos da pesquisa em uma aproximação entre tais concepções e os estudos da Natureza da Ciência, do que “desvelar” as concepções filosóficas sobre ciência desses sujeitos e buscar, com nossa intervenção, identificar possíveis evoluções nas visões de mundo dos mesmos.

No tocante à uma aproximação de alguns estudos da Natureza da Ciência e da prática docente, um artigo publicado originalmente em 1992 na *Science & Education* por Matthews e traduzido e publicado no *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (atual *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*) em 1995, destaca que na época poderia estar ocorrendo uma aproximação (ou reaproximação) entre o Ensino de Ciências e aspectos da História e Filosofia da Ciência (HFC), de modo que tal relação havia sido negligenciada nos anos anteriores (MATTHEWS, 1995). Nesse artigo em específico, identificando uma possível crise que indicava que cursos de graduação envolvendo ciências, matemática e tecnologias não estavam mais correspondendo às expectativas da nação americana, de modo que Matthews (1995) sugere, na construção de uma égide quase monolítica em defesa da HFC no Ensino de Ciências, que:

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tomar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior

compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Matthews (1995) argumenta em defesa de abordagens que envolvam diversos aspectos da HFC no Ensino de Ciências, evidenciando o que ele cunhou como “tendência atual da reaproximação” para discutir o quão benéfico seria pensar a educação científica sobre o prisma da HFC.

Nessa perspectiva, Matthews (1995) ainda indica que os estudantes devam aprender aspectos acerca da Natureza da Ciência além dos conteúdos atuais das ciências, de modo a suscitar discussões que permitissem uma reflexão crítica acerca do desenvolvimento científico, e não aceitação imediata dos supostos cânones que um ensino empírico-indutivista poderia estar ajudando a consolidar. Vale ressaltar entretanto, a preocupação do autor em desmistificar que sua defesa em relação à HFC busca uma substituição de velhos valores por novos, quando indica que “que os alunos possam, ao final destes últimos, conhecer alguma coisa sobre aqueles; não se pretende de modo algum que a inclusão desses tópicos nas disciplinas de ciências provoque a substituição de seu conteúdo por HFS” (MATTHEWS, 1995, p. 168), de modo que, em relação à nossas intenções de investigação, compartilhamos dessa perspectiva; não pretendemos propor uma substituição das concepções filosóficas dos licenciandos, mas sim buscar promover reflexões acerca dessas para problematizar novos caminhos que subsidiem as discussões dos mesmos como futuros docentes, por exemplo, em sala de aula com os estudantes na educação básica.

Tratando ainda dessas concepções da atividade científica e as relações envolvendo Natureza da Ciência na formação docente, algumas pesquisas, como a de Teixeira e Freire Jr (1999) discutem que para além de preocupar-se com as concepções filosóficas, a falta de discussões envolvendo Natureza da Ciência na formação docente pode acarretar em uma subestimação dos conhecimentos da história da ciência. Nessa pesquisa de 1999 os autores trabalharam com um grupo de professores, em sua maioria licenciados em Física, estudantes de pós-graduação *lato sensu* sobre as rupturas conceituais e epistemológicas presentes na história da gênese da mecânica galileana. Um dos principais resultados identificados é que esse grupo, considerado pelos pesquisadores como um grupo privilegiado em relação aos demais professores da rede estadual (por estarem fazendo pós-graduação) é de que esses consideram processos como esse na história da ciência tentando demonstrar uma continuidade nas visões de mundo e não uma ruptura de que, historicamente, dependeu de diversos fatores tanto epistemológicos quanto culturais. Na discussão dos resultados, os autores ressaltam “o quanto

é insatisfatório e frágil o nosso sistema universitário de formação de professores de Física, onde os aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento estão, em geral, ausentes” (TEIXEIRA; FREIRE JR, 1999, p. 39) e ainda adicionam, destacando pontos que indicam “que a formação dos nossos professores de ciências parece estar na contramão das tendências contemporâneas do ensino de ciências” (TEIXEIRA; FREIRE JR, 1999, p. 39). Não obstante, considerando importância relevante corroborada pelas pesquisas, podemos nos questionar: de que formas podemos potencializar as discussões envolvendo Natureza da Ciência ainda na formação inicial desses licenciandos?

Uma das principais intenções existentes na perspectiva de não propor intervenções buscando estritamente uma mudança conceitual dos sujeitos das pesquisas remetem também à algumas pesquisas já realizadas na área que demonstram, inclusive, as dificuldades em assegurar que alguma determinada metodologia de intervenção ou abordagem específica promoveria mudanças imediatas nas concepções filosóficas dos sujeitos. Assim como identificado numa pesquisa realizada por Teixeira, El-Hani e Freire Jr (2001), que levantou concepções prévias de estudantes de Física em relação à Natureza da Ciência, aplicando um questionário previamente desenvolvido por pesquisas identificando se houve evoluções significativas nessas concepções, existem diversas dificuldades nessas identificações e principalmente nas caracterizações para apresentá-las em forma de possíveis resultados. Nas palavras dos próprios autores, quando discutem as considerações finais da pesquisa, apesar de certo amadurecimento nas respostas dos licenciandos:

[...] notou-se também que algumas idéias estão fortemente enraizadas na visão epistemológica dos estudantes de física e, mesmo quando pareciam ter sido superadas em algumas das questões, retornavam fortemente em outras, indicando que, mesmo num curso baseado numa abordagem contextual, é difícil romper completamente com certas visões amplamente difundidas por muitos cientistas e divulgadores das ciências (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR, 2001, p. 13)

Podemos identificar, nesse caso ao menos, de que existem pesquisas que indicam uma provável ineficácia em adotar sequencialmente e rigorosamente as etapas de: identificar concepções prévias; propor abordagens e intervenções pré-regulamentadas e analiticamente identificar possíveis “evoluções” dessas concepções, inclusive porque tal linearidade rígida representa muito pouco os complexos processos de ensino e aprendizagem. Abordagens que envolvam Natureza da Ciência podem constituir algumas das ferramentas que dispomos para discutir aspectos relacionados ao desenvolvimento de conhecimento científico e também as propostas de ensino desses conhecimentos com os futuros professores, mas não uma garantia

de diretrizes imediatas que promoveriam autonomia explícita nos sujeitos envolvidos na pesquisa logo após realizadas determinadas intervenções.

Ainda relacionando a pesquisa desenvolvida por Teixeira, El-Hani e Freire Jr (2001) que destacaram as dificuldades de trabalhar as concepções enraizadas dos licenciandos, um ponto que nos chamou a atenção nesse trabalho, inclusive na própria citação que utilizamos acima, é que as responsabilidades de divulgar concepções de ciência são delegadas a cientistas e divulgadores da ciência, sem fazer uma menção direta aos professores universitários ou da própria educação básica. Ou seja, parece haver certa visão etérea no que concerne à propalação dessas concepções distorcidas ainda durante a formação dos futuros professores, e retomando a provável transmissão dessas concepções através do ensino nas escolas como destacado por Fernández *et al.* (2002), cabe-nos o questionamento: será que a gênese dessas concepções enraizadas não pode ocorrer ainda na formação inicial dos licenciandos ou mesmo já na educação básica durante as aulas de ciências?

As possíveis discussões que envolvem buscar identificar a gênese e a propalação de tais concepções, entretanto, não configuram o foco deste trabalho, ainda que tal questionamento seja crucial para compreender as influências da Natureza da Ciência na formação docente, bem como buscar identificar as possibilidades e limitações de trabalhá-la na formação inicial dos licenciandos e além; tencionar promover tais discussões de modo a caracterizar, com os licenciandos, a importância de pensar o Ensino de Ciências à luz da Natureza da Ciência.

Ainda na perspectiva de caracterizar as mudanças ocorridas devido exclusivamente à intervenções que discutem Natureza da Ciência na formação docente, Moreira, Massoni e Ostermann (2007) realizaram um estudo de caso etnográfico que buscou analisar as possibilidades e limitações da implementação de uma disciplina de história e epistemologia da física na formação de professores de física, através de uma intervenção de quarenta e oito horas de duração. Tal intervenção envolveu um questionário que continha diversas asserções acerca da Natureza da Ciência onde os alunos deveriam assinalar sua concordância, indecisão ou discordância em relação às asserções. Um dos resultados destacados pelos pesquisadores é que mesmo após as discussões da disciplina de história e epistemologia da física, identifica-se a influência de uma tradicional prática de memorização por parte dos licenciandos e de responder aquilo que o professor avaliador espera mesmo contrariando suas concepções filosóficas pessoais, que torna-se pernicioso por simular uma aprendizagem que, possivelmente, não se legitima efetivamente na formação desses licenciandos.

Considerando a importância das discussões envolvendo aspectos de Natureza da Ciência na formação docente, bem como dos estudos envolvendo diversas metodologias para abordar tais aspectos, um artigo publicado no mesmo ano que o citado acima, buscou caracterizar as concepções acerca de Natureza da Ciência de licenciandos em ciências biológicas por meio de questionários e entrevistas, porém utilizando discussões a partir de episódios envolvendo temas polêmicos do ensino de biologia molecular. Tal pesquisa foi realizada por Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007), que, à luz da epistemologia de Ludwik Fleck, identificou que os licenciandos apresentaram dificuldades principalmente em compreender a complexidade do desenvolvimento de fatos científicos, desconsiderando a imutabilidade do conhecimento científico e o papel subjetivo do coletivo de cientistas na construção de conhecimento científico. Segundo os autores, “[i]sto possivelmente decorre da ausência, durante a formação inicial, de discussões epistemológicas que poderiam contribuir para a compreensão da complexidade na construção dos fatos científicos” (SCHEID; FERREIRA; DELIZOICOV, 2007, p. 157) e completam, argumentando em defesa das discussões envolvendo Natureza da Ciência na formação docente, que “a formação inicial do professor de ciências deve contemplar uma formação em epistemologia e história da ciência, pois fornecerá os subsídios para torná-lo um profissional sintonizado com os desafios contemporâneos” (Ibid). É importante destacar que não busca-se defender que a presença das discussões epistemológicas no currículo da formação inicial dos professores seria suficiente para dirimir concepções distorcidas da atividade científica, como se fosse garantia *per se* da erradicação destas concepções. No entanto, tais discussões quando articuladas com a formação como um todo podem contribuir para uma problematização destas questões durante o início da formação profissional docente.

Relacionando ainda a pesquisa acima com nossas intenções de investigação, principalmente no concernente aos desafios contemporâneos, tal pesquisa elucida algumas necessidades nas discussões envolvendo Natureza da Ciência na formação docente, que destacam desde a problematização em discutir com os licenciandos o papel que a ciência desempenha na cultura atual, até a desmistificação da idéia de uma ciência como sendo unicamente um corpo rígido de conhecimentos objetivos, lineares e que sejam exclusivos de uma elite, como se fossem assunto “para os poucos” que se adequam a esse suposto *modus operandi*. Deste modo, ainda que em qualquer momento da formação docente configure-se importante as discussões envolvendo Natureza da Ciência, defendemos a perspectiva de que; quando discutida e problematizada desde a formação inicial, tal prática contribui para o

desenvolvimento de uma formação mais comprometida com os processos sociais, culturais e históricos de construção coletiva e divulgação de conhecimento científico.

A preocupação não somente aos estudos que, através da Natureza da Ciência, busquem caracterizar esses processos sociais, culturais e históricos de construção coletiva de conhecimento científico, mas também da divulgação desses conhecimentos, está relacionada principalmente à concepção de que a ciência não é (ou ao menos não deveria, a nosso ver) ser discutida somente e exclusivamente em ambientes acadêmicos de pesquisa e formação docente. Diversos canais midiáticos de diferentes naturezas promovem a divulgação de notícias envolvendo ciência a todo momento, sejam esses canais preocupados com a propalação de concepções relativas à Natureza da Ciência ou não - o que também configura mais um dos problemas que afetam a educação científica - malogrando em construção, muitas vezes popular, de discursos equivocados em relação à Natureza da Ciência.

Preocupada tanto com a questão que envolve como a ciência é discutida dentro e fora do cotidiano da sala de aula quanto com possíveis discursos distorcidos envolvendo a divulgação científica, a pesquisa de Cardoso *et al.* (2015), baseando-se num episódio recente da história da física, discute a importância da análise de discurso de textos jornalísticos que divulgam ciência. Ainda que neste trabalho não nos aprofundaremos na complexidade dos estudos envolvendo Análise de Discurso, cabe destacar, de acordo com nossos interesses de investigação, alguns pontos deste trabalho, como por exemplo, a importância em compreender que nossas concepções acerca da Natureza da Ciência não são expressas somente quando estamos lecionando, de modo que:

A preocupação com uma educação científica voltada à Natureza da Ciência se torna um elemento fundamental quando se verifica que imagens sobre a ciência são transmitidas pelas práticas educacionais mesmo quando os professores não planejam isso. Em outras palavras, mesmo quando estamos ensinando ciências, e não sobre ela, carregamos em nosso discurso uma visão sobre o que é o empreendimento científico. Esse discurso inconsciente pode ter como base filosófica concepções que são muito diferentes das que se busca desenvolver nas escolas e que podem ser consideradas prejudiciais à formação dos alunos (CARDOSO, *et al.*, 2015, p. 230).

Tal pesquisa de Cardoso *et al.* (2015) enfatiza que pode ocorrer ocasiões no cotidiano escolar onde textos de divulgação científica, sejam estes alinhados ou não com as visões contemporâneas relativas à Natureza da Ciência, adentram o processo de ensino e aprendizagem. Com efeito, ocorre “o uso da divulgação científica (em geral, seus textos) como instrumentos de imposição de um tipo de circulação sem seu contexto, gerando mal-entendidos que conduzem a reinterpretações, por vezes, destituídas de uma visão crítica” (CARDOSO, *et*

al., 2015, p. 233), o que nos remete a questionamentos como: estaria o docente, no contexto atual, preparado para lidar com as concepções que tais materiais que adentram o cotidiano escolar apresentam em relação aos empreendimentos científicos? Ainda que não queiramos rigidamente inferir tais aspectos, cabe pensar: seriam as discussões envolvendo Natureza da Ciência na formação docente capazes de contribuir no espectro da possível região abissal existente entre uma discussão crítica desses materiais de divulgação e aceitação acrítica e imediata dos mesmos sem (ou com vaga) reflexão? Essas e outras questões permeiam discussões acerca da relevância da Natureza da Ciência na formação docente, de modo que a importância da análise crítica dessas representações científicas, como destacados nesta pesquisa de Cardoso *et al.* (2015, p. 234), “passa a fazer ainda mais parte do processo de ensino, possibilitando que o mesmo se torne uma competência dos alunos”, ou seja, quando entendidas no âmbito da formação docente podem estender-se na prática desse docente no cotidiano da educação básica.

No tocante, ainda, às abordagens envolvendo Natureza da Ciência na formação docente na dimensão da Didática das Ciências, tencionando discutir as dificuldades de incorporação de elementos da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de ciências da educação básica frente à relevância do tema nas pesquisas em ensino de ciências, Martins (2007) realizou um estudo com um grupo diversificado (licenciandos, estudantes de pós-graduação e professores da rede pública) de oitenta e dois participantes. Os resultados que, inicialmente poderiam configurar preocupações relacionadas à qualidade dos materiais didáticos produzidos sob a óptica da HFC, abrangem um espectro maior de dificuldades que volta a atenção à formação inicial docentes. Martins (2007) destaca, entretanto, a importância da reflexão acerca de como a HFC será trabalhada na formação docente:

No entanto, a simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico, tampouco uma reflexão mais aprofundada, por parte dos professores, do papel da HFC para o campo da didática das ciências. As principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências (MARTINS, 2007, p. 115).

Cabe então, esclarecer que, analogamente o que se defende acerca da Natureza da Ciência na formação inicial docente, não basta que se insiram conteúdos e propostas curriculares que considerem discussões envolvendo HFC na formação docente como suficientes para que a importância de tal seja refletida na prática docente.

A pesquisa realizada por Martins (2007) ainda destaca que tal reflexo não é garantido simplesmente por processos de inserção de conteúdos de HFC na formação docente quando destaca uma certa compreensão da HFC como sendo uma estratégia que “limita-se praticamente ao aspecto motivacional, visando despertar o interesse dos alunos para – novamente – os assuntos ‘regulares’” (MARTINS, 2007, p. 128), de modo que “regulares” são compreendidos como o conteúdo já contemplado pelo currículo, seja ele preocupado ou não com uma abordagem envolvendo HFC, como se para os professores, o problema sempre estivesse além de seu limite de atuação docente, quase como se não houvesse participação destes nesse processo (MARTINS, 2007).

Considerando que a HFC possa ser uma abordagem que possibilite discussões acerca da Natureza da Ciência tanto na formação docente quanto na educação básica, pesquisas que busquem identificar a relevância desse tema nas pesquisas em educação científica tornam-se uma necessidade, ainda que as discussões não sejam exauridas somente através de desenvolvimento de elementos de investigação, como já explicitado através da pesquisa de Martins (2007). Nessa perspectiva, podemos considerar que trabalhos na modalidade *estado da arte* são extremamente importantes para não somente investigar a relevância do tema, mas também para compreender o desenvolvimento e possível aproximação da HFC com a prática docente, como no já citado trabalho de Matthews (1995).

Dentre tais trabalhos, está compreendido o de Teixeira, Greca e Freire Jr (2012) que apresentaram o *estado da arte* das pesquisas que investigaram abordagens didáticas sob a óptica de HFC em aulas de Física, fazendo uma busca em periódicos nacionais dedicados à educação científica. Durante a pesquisa, foram encontrados inicialmente pelos autores cento e sessenta artigos que tratassem diretamente do uso didático de HFC no ensino de ciências, de uma forma geral. Após passar por uma análise com critérios de exclusão que consideraram manter exclusivamente: artigos que tratassem diretamente do ensino de Física; artigos que possuíssem discussões acerca do uso didático e não unicamente de natureza teórica e artigos que além de discutir o uso apresentam elaboração e avaliação de materiais didáticos de HFC, os autores analisaram catorze artigos, sendo treze nacionais e um internacional. Nesses artigos, segundo os autores, nota-se a presença de alguns objetivos em relação aos motivos de utilização de HFC no ensino de Física:

[...] melhorar a compreensão de conceitos; melhorar a visão dos alunos sobre a natureza da ciência; melhorar a qualidade da argumentação dos alunos; melhorar as capacidades metacognitivas dos alunos; e avaliar a receptividade dos alunos quanto

ao uso de HFC nas aulas, bem como ao próprio material didático empregado na abordagem (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 29).

Notadamente, percebem-se aspectos consensuais no que tange ao assinalado pela literatura em relação ao uso de HFC e, possivelmente às discussões envolvendo Natureza da Ciência, seja na formação docente ou na educação básica. Entretanto, os pesquisadores ainda destacam que, comparando-se o cenário nacional e internacional, “o número de trabalhos que se ocupam de fato em investigar intervenções didáticas em salas de aula de Física com uso de HFC é, significativamente, pequeno, também nos dois cenários” (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 32), de modo que enfatizam que a apresentação do *estado da arte* contribui para a identificação de uma lacuna; a escassez de trabalhos empíricos na área. A sugestão dos autores é que a pesquisa em ensino de ciências deve preocupar-se com o estudo de abordagens didáticas “visando a implementar o uso de HFC no Ensino de Ciências (em particular de Física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula” (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 33).

Tratando-se de estudos que, além de destacar estratégias para trabalhar a Natureza da Ciência, possam contribuir com sugestões de atualizações curriculares ou que ampliem diretamente as discussões envolvendo aspectos da Didática das Ciências, faz-se interessante ressaltar também a importância das pesquisas que realizam estudos históricos e suas implicações para o ensino de ciências, principalmente no que tange problematizações acerca das concepções distorcidas dos empreendimentos científicos ao longo da história da humanidade e das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Devido aos estudos históricos e suas implicações na educação científica, podemos discutir os aspectos sociais e culturais que às vezes são negligenciados na educação básica, de modo a contribuir, como já explicitado na seção anterior, para a configuração de concepções deformadas acerca do trabalho científico.

A pesquisa desenvolvida por Cordeiro e Peduzzi (2011) realiza um estudo histórico durante o desenvolvimento da radioatividade entre 1899 e 1913, propondo utilizar tal estudo como subsídio para discussões envolvendo Natureza da Ciência e de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino de ciências. Trabalhando os aspectos históricos envolvendo a gênese da radioatividade com Ernest Rutherford e o casal Pierre e Marie Curie, aspectos relativos à concepções inadequadas à respeito da história da radioatividade e o ensino são discutidos, de modo que os autores destacam a importância do professor em considerar a

questão cronológica da história da Física, não ensinando uma ciência de forma dessincretizada, o que poderia descaracterizar os processos históricos de construção de conhecimento científico. Destacam, ainda, a importância dessas discussões históricas utilizando episódios da FMC na formação docente:

Uma combinação de esforços para tornar a ciência e sua imagem menos problemática, ao menos, parece passar, entre outras ações, por um melhor apreço didático à história da ciência moderna e contemporânea. Apesar de o presente trabalho estar voltado ao aluno do ensino superior, frisa-se novamente que tal aluno, possivelmente, será ele mesmo professor – de Ensino Médio ou superior – e que sua formação em uma física moderna contextualizada histórica e filosoficamente pode trazer reflexos positivos para o ensino dessa matéria com seus alunos (CORDEIRO; PEDUZZI, 2011, p. 10).

De modo que uma das preocupações que deve estar relacionada ao desenvolvimento de abordagens, seja na formação inicial dos docentes ou na educação básica, subsidiadas por estudos históricos, trata-se de considerar, como já citado nessa seção, o professor como um dos responsáveis pela propalação de concepções acerca da Natureza da Ciência. Compreendendo a dimensão pedagógica de tais abordagens pode ser que as imagens distorcidas do trabalho científico sejam reduzidas.

Além dos estudos históricos como subsídio para o desenvolvimento de abordagens envolvendo a Natureza da Ciência na formação docente, existem outras abordagens também assinaladas na literatura específica que destacam contribuições no âmbito das discussões acerca dos diversos desafios da inserção de HFC tanto na formação docente quanto na educação básica. No concernente às dificuldades dessa inserção, analogamente ao trabalho de Martins (2007), já citado nesta seção, pesquisas mais recentes como a de Oliveira e Drummond (2015) investigam os desafios que permeiam a utilização didática de episódios históricos para trabalhar a Natureza da Ciência na formação docente, nesse caso, através de oficinas de formação.

Enquanto o trabalho de Martins (2007) apropriou-se de um estudo diagnóstico acerca das concepções de professores atuantes, pós-graduandos e licenciandos referentes a quais os obstáculos para o uso didático de HFC na educação básica, o trabalho de Oliveira e Drummond (2015) contribui para pensar e elaborar estratégias de intervenções didáticas para atuar na formação docente mesmo ciente desses obstáculos, permitindo além de uma estratégia para superá-los, a possibilidade de identificar novas limitações mas também novas possibilidades. O destaque para o enfoque direcionado à formação docente pode ser identificado quando os autores indicam que os professores “relatam que os cursos de formação não oferecem subsídios para que sejam capazes de planejar e executar aulas segundo uma perspectiva histórico-

filosófica” (OLIVEIRA; DRUMMOND, 2015, p. 152), ou seja, possivelmente cabe-nos o questionamento: apesar das diversas pesquisas destacando a importância da Natureza da Ciência na formação docente e da relevância da HFC na educação básica, estariam os currículos dos curso de graduação, falhando na preparação do futuro docente para discutir tais questões? Considerando que, nessa perspectiva, os autores ainda complementam ao indicar que tais “resultados trazem à tona elementos significativos que contribuem para o planejamento de intervenções no contexto da formação docente” (OLIVEIRA; DRUMMOND, 2015, p. 174), não obstante, defendemos que ainda necessitamos desenvolver mais estratégias para discutir Natureza da Ciência desde a formação inicial dos docentes.

Nessa perspectiva, cabe-nos destacar que nossas intenções de investigação tencionam, em parceria com professores em formação inicial, a co-construção de discussões envolvendo aspectos de Natureza da Ciência à luz da HFC, utilizando como uma das fontes para discussão o desenvolvimento histórico da Relatividade Geral em meados de 1916 até a detecção das ondas gravitacionais em 2016. Uma das principais intenções, nessa abordagem, reside em discutir as questões heurísticas presentes neste episódio considerando uma provável forma distorcida de compreendê-lo como uma questão de “fé centenária em Einstein”, cuja qual parte do pressuposto que o todo o desenvolvimento científico entre 1916 e 2016 tratou-se de uma questão de “fé na ciência” ou ainda, “fé em Einstein”, de modo que dedicaremos o Capítulo 2 para tal fundamentação histórica e epistemológica que contraria tal possível concepção distorcida, dentro de suas possibilidades e limitações.

No tocante às possibilidades e limitações dessas intenções de investigação, a já citada pesquisa de *estado da arte* de Teixeira, Greca e Freire Jr (2012, p. 26) ainda, nos indica que, dos trabalhos analisados, existia “apenas 1 trabalho sobre Física Moderna, especificamente, relatividade restrita” e que foi “notado que todos os trabalhos fizeram uso da História da Ciência na abordagem contextual utilizada na intervenção didática, porém apenas oito fizeram uso de Filosofia da Ciência” (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 27), ou seja, acreditamos que nossas propostas de investigação possam estar alinhadas às principais discussões assinaladas pela literatura no concernente ao uso didático de discussões que envolvam HFC e Natureza da Ciência na formação docente de uma forma geral e que, de certa forma, estas estejam relacionadas diretamente com implicações para a educação básica.

Considerando que tencionamos investigar as possibilidades e limitações de discussões envolvendo Natureza da Ciência na formação docente, dedicaremos a próxima seção para alguns (breves, porém não peremptórios) contrapontos em relação à essa abordagem, buscando

delimitar o contexto em que nossa investigação se insere dentro da pesquisa em educação científica.

1.3 CONTRAPONTO PERTINENTES ÀS ABORDAGENS ENVOLVENDO NATUREZA DA CIÊNCIA.

No começo da década de 90, a pesquisa realizada por Lederman (1992) já buscava investigar os aspectos que favoreceriam ou impediriam a relação entre o entendimento das discussões envolvendo Natureza da Ciência e a prática em salas de aulas de ciências. Como já citado anteriormente, ainda que valha o reforço, na seção desse artigo onde o autor discute mais explicitamente algumas implicações para o ensino de ciências, ressalta que “mais atividades de desenvolvimento profissional devem se concentrar no entendimento dos professores sobre a natureza da ciência e as formas de traduzir esses entendimentos para a prática em sala de aula” (LEDERMAN, 1992, p. 927). Ou seja, podemos pensar pesquisas, assim como as investigações que aqui nos interessam, para estudar tais concepções. Entretanto, conforme exporemos nessa seção, cabem alguns contrapontos em relação às compreensões existentes acerca dessas abordagens, preocupadas justamente em não incorrer em um conjunto de crenças em série ou propostas predominantemente hipotéticas, ou simplesmente construir uma série de consensos *pelos consensos em si*.

Fazendo de contrapontos, é importante destacar que quando tratamos de HFC, de que história e que filosofia da ciência intencionamos trabalhar tanto na formação de professores quanto na educação básica, de modo a compreender que tais discussões podem ser realizadas em diversos momentos dessa formação; não somente nas aulas de Didática das Ciências, mas durante as disciplinas específicas da área do conhecimento das ciências da natureza. Nessa perspectiva, cabe pensarmos que, por exemplo no caso de um curso de licenciatura em Física, não deveríamos discutir aspectos relativos à Natureza da Ciência somente em unidades curriculares da didática ou instrumentalização para o ensino, tampouco somente em disciplinas isoladas de HFC, mas durante disciplinas específicas da Física, como se a Natureza da Ciência fizesse parte de um eixo estruturante destes cursos.

Essa preocupação com uma possível cisão referente aos aspectos da Natureza da Ciência e HFC na formação do professor, foram destacadas na pesquisa de Martins (2007), também já citada nesta seção, tratando dos principais obstáculos do uso didático de HFC. O autor discute nesse âmbito, um contraponto válido em relação às formas de pensar a HFC na formação do

professor; como conteúdo ou como abordagem, de modo que discute as diversas implicações dessas abordagens. Independente de como compreendemos HFC, seja como conteúdo ou abordagem didática - ou ainda quais relações se estabelecem entre essas abordagens - vale destacar tal ponto como uma necessidade formativa:

Mesmo quando pensada em termos de conteúdo, é algo a ser acrescentado, quase sempre como uma introdução aos assuntos e temas “regulares” do currículo. Como estratégia, limita-se praticamente ao aspecto motivacional, visando despertar o interesse dos alunos para – novamente – os assuntos “regulares”. Os próprios professores não parecem levar muito a sério a perspectiva de aprender Física com a HFC. Mas, como “ilustração”, sabemos que ela dificilmente cumpre o seu papel (MARTINS, 2007, p. 128).

Ou seja, podemos sim pensar de que forma tentamos compreender HFC na formação docente, entretanto seja como conteúdo ou como abordagem, um dos maiores problemas está em tratar de forma simplória e reducionista as possibilidades e limitações do uso didático de HFC, tanto na formação de professores quanto na educação básica. Não trata-se de compreendermos e ressaltarmos somente as virtudes e resultados positivos das discussões envolvendo tais aspectos na formação docente, tampouco de intencional, de forma idiomática, “dourar a pílula” acerca das dificuldades de abordagem e transposição didática da HFC na educação científica.

A importância da perspectiva de tratar não somente as virtudes das discussões envolvendo Natureza da Ciência e HFC na educação científica, mas também os possíveis fatores impeditivos a serem enfrentados, foi destacada também na pesquisa realizada por Teixeira, Greca e Freire Jr (2012), citada anteriormente, na construção do *estado da arte* do uso didático de HFC. Além de ressaltar essa perspectiva, tal pesquisa contribui com um alerta em relação à escassez de trabalhos empíricos na área:

Há de se considerar que para essa área de pesquisa avançar, também qualitativamente, é necessário conhecê-la com suas virtudes, mas também com suas lacunas – e este trabalho apresenta-se para contribuir neste intento. Parece claro que uma dessas lacunas é a escassez de trabalhos empíricos, portanto a primeira e forte recomendação que se apresenta é que, a despeito das dificuldades de se implementar propostas didáticas orientadas por HFC, a comunidade de pesquisadores da área deve investir na realização de intervenções visando a implementar o uso de HFC no Ensino de Ciências (em particular de Física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012, p. 32-33).

No entanto, faz-se necessário destacar tanto as dificuldades quanto os êxitos em relação à essas abordagens na educação científica. Tal destaque, caso não for feito com um olhar crítico,

pode inferir em generalizações perniciosas em relação às práticas envolvendo Natureza da Ciência ou mesmo acabar por negligenciar todo o espectro de possibilidades e limitações de tais abordagens, sem que esqueçamos que fazemos parte da construção destas. Como já destacara Matthews (1995, p. 187) em relação à acriticidade dessas abordagens, “não é de surpreender que os professores de ciências façam o mesmo em sala de aula”.

Destarte, podemos pensar em formas de trabalhar Natureza da Ciência na formação docente sem buscar considerar formas solilóquias de fazê-lo, compreendendo, como destacou Arthur (2009, p. 27) que “há, sim, bons indícios das potencialidades positivas de uma educação científica mais compromissada com a natureza da ciência, mas há também quem defenda uma maior cautela” ou seja, nenhuma prática educativa, ou teoria didática, deverá ser, austeramente considerada infalível, indubitável ou definitiva; caso contrário, incorreríamos num dogmatismo desnecessário que contrariaria todas as perspectivas de uma educação científica emancipadora.

Nessa perspectiva, um estudo feito por Acevedo *et al.* (2005) abordou a importância da cautela em discutir a Natureza da Ciência na educação científica principalmente atentando para que, alguns pressupostos da Didática das Ciências interpretados de forma distorcida, não levassem à propalação de mitos em relação ao tema. Tal pesquisa, entretanto, não busca descaracterizar a importância do papel da Natureza da Ciência na educação científica, pelo contrário, alerta para uma série de afirmações que não deveriam ser feitas considerando a escassez de resultados em relação a temas como a influência da Natureza da Ciência nos processos de tomada de decisões dos estudantes:

Por exemplo, tem-se sustentado, e continua a apoiar-se acriticamente, que as crenças dos professores sobre a Natureza da Ciência se relacionam diretamente com a sua prática docente. Ao mesmo tempo, afirmou-se e continua a afirmar-se que uma boa compreensão da Natureza da Ciência se apresenta como um fator decisivo para tomar melhores decisões sobre questões tecnocientíficas de interesse social (ACEVEDO, *et al.*, 2005, p. 3).

De modo que, possivelmente o principal problema não está em realizar tais investigações, pois se assim inferirmos, estaríamos contrariando toda a base de investigação que propomos. O ponto que vale destacar a partir dessa pesquisa é o alerta para não desenvolvermos generalizações a partir de enunciados particulares como colocando exatamente em quais âmbitos da formação docente a Natureza da Ciência exerce papel importante e quais supostamente não. Identificando tais pontos e realizando as investigações com os compromissos destacados por Acevedo *et al.* (2005), defendemos a idéia de que tais investigações, assim como

a que propomos neste trabalho, possam contribuir com resultados significativos, dentro do espectro de suas possibilidades e limitações.

Ainda no concernente ao que destacaram Acevedo *et al.* (2005), os autores citam uma pesquisa desenvolvida por Zeider *et al.* (2002) na qual investigou-se as concepções de estudantes universitários em discussões sociocientíficas que buscaram identificar as possíveis relações entre essas discussões e as crenças pessoais dos estudantes referentes à Natureza da Ciência. Dentro desse aspecto, tais investigações:

[...] mostraram que muitos deles consideraram irrelevante para tomar as suas decisões qualquer conhecimento científico que não apoie as suas crenças prévias; de outro modo, à margem do mérito científico dos dados que lhes proporcionaram, os estudantes tendem a selecionar a informação que está mais de acordo com as suas crenças pessoais sobre o tema colocado. Ainda que muitos deles aceitaram os dados científicos oferecidos, depois preferiram não os usar nos pensamentos que seguiram para tomar as suas decisões sobre as questões sociocientíficas propostas (ZEIDER *et al. apud* ACEVEDO *et al.*, 2005, p. 5).

Nesse sentido, ainda que não busquemos fazer uma ode às nossas intenções de investigação, pelo contrário - a idéia é problematizar as possibilidades e limitações destas - cabe destacar que, dentro de nossas intenções, tencionamos a co-construção de discussões sobre Natureza da Ciência com os licenciandos justamente por tentar envolver os sujeitos na pesquisa, procurando minimizar a caracterização errônea de que estaríamos trazendo-os as “concepções corretas acerca da Natureza da Ciência”.

Nosso destaque a essa possível compreensão errônea e dogmática não estaria buscando inferir que a ciência configura-se num corpo de conhecimento onde as crenças pessoais, ou fatores sociais, políticos, religiosos e culturais não desempenhariam papel algum, muito menos que os pesquisadores são neutros, à margem da sociedade. Caso o fizéssemos, estaríamos contradizendo todas as discussões contemporâneas acerca das insustentabilidades das explicações empírico-indutivistas da atividade científica. Tal destaque, vale ressaltar, pode ser encontrado não somente nas concepções de senso comum da atividade científica, ou mesmo em crenças pessoais (sejam elas religiosas ou políticas) visto que um professor despreparado - ou que não teve, em sua formação, a oportunidade de discutir aspectos referentes à Natureza da Ciência - poderá lecionar trabalhando de forma concreta todos os conceitos científicos mas ainda assim possuir, uma visão dogmática da ciência que, como nos lembram Gil Pérez *et al.* (2001), p. 131 “transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc”. Ou seja, há a necessidade de discutirmos tais visões dogmáticas de ciência, desde que com a cautela

necessária e embasamento epistemológico, buscando o confronto de idéias, porém jamais a hegemonia de conceitos pré-estabelecidos de forma rígida e acrítica, preocupando-se de forma a compreender a responsabilidade que, tanto enquanto docente quanto enquanto pesquisador, pensamos possuir, em relação às transposições didáticas desses temas e da possibilidade de nossas concepções filosóficas acerca da atividade científica serem transmitidas também nessas abordagens.

Nesse sentido, cabe a preocupação de não acabar incorrendo em posições dogmáticas e fechadas sobre Natureza da Ciência *enquanto pesquisamos e discutimos* Natureza da Ciência, pois de pouco ou nada adiantaria criticarmos visões linearizadas, ahistóricas, dogmáticas da atividade científica e reproduzirmos uma série de concepções desse formato sobre Natureza da Ciência. Sejam a partir de diversas perspectivas, como trabalhar a partir das *semelhanças familiares* ou dos *aspectos consensuais* sobre Natureza da Ciência a preocupação em não criar simplesmente uma lista de aspectos que parecem ser aceitos acriticamente e que supostamente são as diretrizes do “que importa e não importa” a respeito da Natureza da Ciência é relevante. Ainda nesta seção, mesmo que brevemente, discutiremos essa preocupação, tratando o que chamamos de *tendência consensualista* sobre Natureza da Ciência.

Considerando as pesquisas contemporâneas que discutem aspectos de Natureza da Ciência na Educação em Ciências, e o fato de que perguntas como “de que maneira a Natureza da Ciência pode ser melhor ensinada?”, ou ainda “como o aprendizado de Natureza da Ciência pode ser melhor avaliado?” estão atualmente em voga, parece-nos válido defender que as discussões sobre ciência e os seus processos têm um papel relevante. Entretanto, o desafio é também produzir práticas pedagógicas que vão além daquelas que simplesmente apontam aspectos consensuais acerca de Natureza da Ciência, mas que seja capaz de problematizar, inclusive, tais aspectos, para uma prática educativa que contribua para a complexificação das cosmovisões dos estudantes, de modo que possam apresentar uma compreensão mais profunda acerca da ciência.

Se a preocupação com a construção, a partir de um campo de pesquisas sobre Natureza da Ciência, de concepções menos simplistas acerca da científica é legítima, é também legítima, em um primeiro momento, a tentativa de transformação de tais resultados de pesquisa em objetos didáticos, tanto para a educação básica quanto para a formação docente superior. Ocorre que a transformação de resultados de pesquisa em objetos educacionais nunca é uma tarefa simples. A lista não é essencialmente ruim, visto que possui um grau de eficiência, por exemplo, na construção de materiais didáticos e outros tipos de modelos aplicáveis nas salas de aula

(Matthews, 2012). No entanto, a lógica em que ela se insere é a de *didatizar* e *prescrever*, sem muitas vezes, maiores preocupações de como tal didatização ocorre.

A partir disso, situamos a necessidade de **problematizar a natureza do consenso**. A lista, nesta perspectiva, têm limitações, como as destacadas por Matthews (2012, p. 11):

O lado negativo é que a lista pode, apesar dos desejos de seus criadores, funcionar como um mantra, como um catecismo, como mais uma coisa a ser aprendida. Em vez de professores e alunos lerem, analisarem e chegarem às suas próprias opiniões sobre as questões da NOS¹ [Nature of Science - Natureza da Ciência], a lista geralmente causa um curto-circuito em tudo isso (MATTHEWS, 2012, p. 11, tradução nossa).

Nesse sentido, a tendência consensualista nasce na perspectiva de operacionalizar o ensino, ou seja, na construção de um objeto bem delimitado para levá-lo para a sala de aula. Os “mantras”, ou o que se concebe como consenso nos estudos acadêmicos, é imposto na organização escolar, num processo *quasi-catequético* no qual as contradições presentes são apagadas (ou escondidas), tornando-se imunes à crítica, sob a justificativa de que o caminho mais seguro é o consenso.

A tendência consensualista, então, surge como uma forma de proteger *um núcleo* de discussões sobre a ciência, como um mecanismo de defesa que se promove enquanto possibilitador de críticas, mas que na verdade, acaba por proibir qualquer crítica que fuja da lista de aspectos consensuais que criou. Nesse sentido, Camillo e Mattos (2019) destacam que:

Do mesmo modo que conceber a tecnologia como mera aplicação da ciência protege a ciência de ser analisada na perspectiva de sua função social, a formulação de que a ciência é um acordo discursivo entre seus participantes, ao contrário de atacar o positivismo como concepção metodológica, protege a ciência de ser objeto de análise crítica na sua capacidade de produzir conhecimento sobre a realidade e, sobretudo, do seu papel no desenvolvimento humano, no seu potencial humanizador (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 109).

A tendência consensualista sobre a atividade científica, que busca simplificações excessivas facilmente aceitas, configura-se como um processo de *pasteurização*, colocando a ciência em um status no qual ela seria inquestionável, incontroversa e, portanto, bem alinhada

¹ Nos artigos escritos na língua inglesa, a sigla utilizada para se referir à Natureza da Ciência (Natureza da Ciência) é NOS (*Nature of Science*).

aos cânones positivistas que tanto se busca superar. Como é possível que superemos concepções positivistas na Educação em Ciências se a lógica a partir da qual buscamos superará-las está fundamentalmente arraigada no que se busca superar? É necessário que toda a estrutura que funda tal lógica seja superada, se realmente estivermos buscando emancipação humana por meio da Educação em Ciências.

A necessidade de buscar consenso, nesse sentido, torna-se frágil porque apresenta-se como consenso *em si*, de modo que não se conecta com outras atividades. Não há, na lista, *nada* que demonstre que a atividade científica difere de qualquer outro tipo de atividade, como se os tópicos listados fossem um amplo acordo de aspectos supostamente indiscutíveis. Nesta lógica consensualista, falhas em abarcar mais aspectos consensuais teriam sua resolução a partir do simples aumento da lista do que é consenso, pois não se trataria de um problema em torno na natureza do consenso, uma vez que *consenso é consenso*. Disputaria-se pela inserção de mais elementos genéricos capazes de abarcar mais aspectos, configurando uma generalização simplista que contribui muito pouco para o afastamento do positivismo que tanto se critica e que se acredita, equivocadamente, estar superado (KINCHELOE; TOBIN, 2009).

Nesta perspectiva, o trabalho de Zemplén (2011) oferece ainda uma contribuição ao alertar que existe atualmente nas aulas de ciências um apelo excessivo ao uso da lógica, de modo que isto é exigido dos estudantes de forma essencialmente inútil, pois considera o emprego da lógica como agente transformador *per se* da realidade humana, o que incorre em uma falácia. Como o autor alerta, ainda que possamos trabalhar aspectos da lógica na Educação em Ciências “[m]uito foco na lógica nas aulas de ciências cria uma ilusão de certeza nos alunos que não é realista em muitos casos” (ZEMPLÉN, 2011, p. 135, tradução nossa).

Nesse sentido, pouco ou nada adianta procurar por aspectos consensuais que supostamente elegeriam a atividade científica como superior a qualquer atividade humana, fortalecendo essa concepção hegemônica segundo a qual os estudantes estariam “aprendendo melhor” sobre Natureza da Ciência e apropriando-se de conhecimentos que permitem uma atuação efetiva na realidade. Zemplén (2011) indica que este apelo cego à lógica pode ter um efeito contrário, desencadeando concepções “anti-ciência”, afastando ainda mais os estudantes destas discussões. Fica claro, dentro dessa perspectiva, que muitas vezes o apagamento das contradições aliado à busca pelo consenso, fecha as discussões sobre ciência ainda mais *em si* mesmas.

Em consonância com o trabalho de Zemplén (2011), o trabalho de Alfaya-Santos, Rosa e Hoffmann (2018, p. 44) alerta que o “extremo formalismo de um lado e o de uma vertente irracionalista de outro, constituem, [...], formas equivocadas de compreender aquilo que corresponderia de maneira mais adequada à atividade científica propriamente dita”. Ou seja, ambos os extremos - o do apelo excessivo à lógica racional ou ao irracionalismo ingênuo - afastam ainda mais as discussões envolvendo Natureza da Ciência da realidade dos estudantes.

Allchin (2017) indica outra possível forma de se trabalhar aspectos da Natureza da Ciência, por ele chamado de *Whole Science*. Por meio dela, ele sugere, para o desenvolvimento das relações entre Natureza da Ciência e Educação em Ciências, discutir, entre outros aspectos, a apresentação de eixos como experimental, conceitual e social. Trabalhando especificamente nesses eixos ao invés de abordá-los através de *slogans* que se apresentam de forma consensual, o autor sugere discutir estes aspectos mudando a pergunta de “O que é Natureza da Ciência?” para perguntas que envolvam “Por que Natureza da Ciência?”. Segundo o autor, os critérios para definir quais elementos de Natureza da Ciência (“o que?”) seriam trabalhados na Educação em Ciências estariam abarcados pelos motivos (“por que?”) que os levam a serem inseridos.

O trabalho de Allchin (2017), oferece, ainda, críticas no que diz respeito a se trabalhar aspectos de Natureza da Ciência por meio de “semelhança familiar”:

O objetivo não é caracterizar a ciência como um empreendimento discreto ou mesmo vago, baseado nas ‘semelhanças familiares’ wittgensteinianas ou descrever um punhado de diagnósticas ‘características da ciência’. Na orientação da *Whole Science*, o que importa para a alfabetização científica funcional (o último ‘porquê’ da Natureza da Ciência) não é uma definição formal de ciência, mas sim a fiabilidade das reivindicações (ALLCHIN, 2017, p. 22, tradução nossa).

Ou seja, ainda que possam oferecer perspectivas válidas, estas formas de abordagem podem se mostrar insuficientes pois, mesmo tentando afastar-se dos aspectos consensuais, continuam com a mesma lógica de apresentar aspectos sobre a atividade científica que, se não forem atrelados a práticas de reflexão sobre a ciência, produzirão pouco ou nenhum efeito significativo.

Por outro lado, Matthews (2012) sugere uma mudança de foco de Natureza da Ciência para Características da Ciência que contribuiria principalmente para refletir acerca dos “processos, instituições e contextos culturais e sociais em que este conhecimento é produzido” (MATTHEWS, 2012, p. 22, tradução nossa). No entanto, como destaca Allchin (2017) ainda é

necessário ir além da mudança de foco, é preciso refletir e criticar os sacramentos que pautam, muitas vezes, as discussões envolvendo Natureza da Ciência.

Ademais, Hodson e Wong (2017) destacam que a busca do “modelo ideal” para se trabalhar Natureza da Ciência na Educação em Ciências é inadequada. Para eles há um movimento exacerbado na busca pelo consenso (uma tendência consensualista, como chamamos aqui), que “falha em refletir a prática científica contemporânea e a natureza excessivamente simplificada, algumas vezes confusa, frequentemente enganosa, muitas vezes inútil e filosoficamente ingênua de alguns dos itens individuais que a compõem” (HODSON; WONG, 2017, p. 7, tradução nossa)

Desta forma, investir tempo buscando tanto os “modelos ideais” quanto aprofundando-se nos aspectos consensuais, além de simplificar excessivamente as compreensões acerca da atividade científica pode incorrer em obstáculos pedagógicos da Educação em Ciências.

Apesar do aparente pessimismo que permeia as reflexões acerca das relações entre Natureza da Ciência e Educação em Ciências, “abandonar a causa” não nos parece uma opção frutífera, considerando a sua já apontada relevância e o necessário aprofundamento de reflexões no âmbito educacional e da construção de um referencial que não seja reducionista, que não busque apagar as contradições emergentes na atividade de estabelecimento de relações entre Natureza da Ciência e Educação em Ciências. Damasio e Peduzzi (2017), como já citamos anteriormente, ao realizarem uma pesquisa bibliográfica em dissertações de mestrado e teses de doutorado no último decênio a respeito da abordagem didática da História e Filosofia da Ciência, apontam como um dos principais resultados a ausência de um claro aporte teórico, metodológico e filosófico destas abordagens; ou seja, o problema persiste e precisa de contínuos estudos preocupados em buscar maneiras de solucioná-lo ou, no mínimo, amenizá-lo.

2 A GRAVITAÇÃO DE EINSTEIN E A NATUREZA DA CIÊNCIA.

*“And be a simple kind of man
Oh, be something you love and understand”
(Simple Man, Lynyrd Skynyrd)*

*“É a própria fé o que destrói
Estes são dias desleais”
(Metal Contra as Nuvens, Legião Urbana)*

Neste capítulo buscaremos discutir algumas questões referentes à gravitação de Einstein e a Natureza da Ciência, com ênfase nas questões epistemológicas que fundamentam os processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico, tratando das primeiras preocupações de Einstein em relação à natureza da gravidade, buscando destacar elementos históricos durante mais de um século de desenvolvimento científico, até a divulgação da detecção das ondas gravitacionais. Ressalta-se, nesse sentido, que o objetivo não é discutir unicamente os conceitos de Relatividade Geral ou construir subsídios para as intervenções que realizaremos com os licenciandos, mas sim contribuir para uma concepção *historicizada* da gênese e desenvolvimento da Relatividade Geral, compreendendo, inclusive, que defender que tivemos “fé em Einstein” não se trata unicamente de um problema epistemológico, mas também ontológico, pois envolve discussões que permeiam a gênese e o desenvolvimento deste programa de pesquisa.

Discute-se ainda, que a busca pela detecção das ondas gravitacionais desenvolve-se historicamente, iniciada do ponto de vista teórico, com a robustez teórica que contribuiu para o desenvolvimento de protótipos experimentais que, com a ajuda de diversos profissionais aportados pelo programa de pesquisa da gravitação einsteiniana (pesquisadores na área de gravitação, principalmente mas não exclusivamente), construindo o LIGO² e detectando as ondas gravitacionais em 2016. Entretanto, o que busca-se discutir, através do destaque desses pontos históricos é que, ainda que possa aparentar, esses processos não desenvolvem-se de forma linear, numa sucessão de fatos, ou de atitudes acertadas que culminam na detecção das ondas. Pelo contrário, tratam-se de diversos percalços, imbricados de fatores que remetem à evolução inclusive dos conceitos por trás das pesquisas, porém não de forma separada, alheia ao contexto histórico e social dos sujeitos, mas sim, num contexto específico que, como se

² Sigla em inglês para *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* [Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser].

buscará aqui discutir, depende da participação coletiva dos sujeitos (tanto dos que pesquisam, ligados diretamente, como da sociedade de uma forma geral).

2.1 GÊNESE DA GRAVITAÇÃO DE EINSTEIN: DE BERNA AO ECLIPSE DE 1919.

A suposta alcunha - muito provavelmente injusta - de presunção (ou de ironia) que paira sobre a figura de Lorde Kelvin (1824-1907) quando este, em 1901, declara que a completude da Física aproxima-se, visto que precisaríamos apenas compreender que “[n]o céu azul da Física Clássica existem apenas duas nuvens a serem dirimidas” (KELVIN *apud* SCHULZ, 2007, p. 509) alerta, na iminência da Física do século XX, transformações coruscantes nas concepções filosóficas acerca da natureza, vilipendiando algumas das “verdades” estabelecidas pela Física Clássica e, de certa forma, edificando pilares para a Física Moderna.

Ainda que esta alcunha possa carregar um caráter excessivamente reducionista, visto que “Lorde Kelvin na verdade parecia estar bem ciente do impasse da Física Clássica na época e deixou para os seus sucessores uma indicação clara de que rumos deveriam ser seguidos” (SCHULZ, 2007, p. 509), a propalação da frase, seja em sua concretude ou de forma alterada, em formato de lenda, pode, atualmente, ser vista como uma provocação filosófica fecunda, se analisada à luz da história da Física do século XX, por abarcar o estremecimento intelectual causado por esta Física na égide clássica de nossa compreensão dos fenômenos naturais.

As nuvens que caricaturalmente são retratadas na figura de Kelvin, e que, supostamente, bastaria que fossem dirimidas, tratar-se-iam da relatividade e da mecânica quântica, estruturas primordiais para tal estremecimento intelectual causado pela Física do século XX, que doravante chamaremos de Física Moderna - ou “as nuvens” - caso persistíssemos na provocação filosófica de Kelvin.

No presente trabalho, especificamente neste capítulo, discutiremos aspectos da Natureza da Ciência relacionados à uma dessas nuvens, porém não buscando realizar estudo historiográfico aprofundado, tampouco inferir que os cientistas do século XX, a partir da frase de Kelvin, estiveram desgovernadamente em busca da dirimção destas nuvens e que, somente e tão somente, nesse contexto constituímos a Física Moderna. Pelo contrário, o objetivo principal deste capítulo é discutir, alinhado às nossas intenções de investigação, aspectos epistemológicos e conceituais de uma dessas nuvens a fim de contextualizar os processos

sociais e históricos que caracterizam seu período de desenvolvimento, de sua gênese, até os reforços corroborativos sucedentes.

A nuvem, que estaremos aqui nos debruçando, trata-se de Relatividade Geral - ou o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana. Esse programa de pesquisa einsteiniano, recebe tal nomenclatura em homenagem ao físico alemão Albert Einstein (1879-1955) que, além da Relatividade Geral, foi um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento da explicação do efeito fotoelétrico (o que lhe rendera um Prêmio Nobel em 1921), da Relatividade Restrita e dos principais estudos que serviram de base para a estruturação da Mecânica Quântica. Vale ressaltar que o emprego que normalmente realiza-se do termo “einsteiniana” não significa que a Relatividade Geral “pertence” à Einstein ou que somente este fez contribuições, mas sim uma nomenclatura que visa discutir as principais contribuições de Einstein à gravitação. Desta forma, as possíveis problemáticas que podem pairar sobre esse tipo de terminologia, ainda que saibamos de sua importância, não será discutida neste momento, neste trabalho.

Talvez uma das mais famosas figuras de Einstein que nos chega à memória em primeiro lugar está atrelada a um homem idoso, com cabelos grisalhos e desgrenhados, olhos esgazeados e língua de fora, sobejamente icônica e que, de certa forma, ajudou a popularizá-lo. A fotografia, capturada pelas lentes ágeis de Arthur Sasse³ (1908-1975), representa um dos mais influentes cientistas do século XX e, como veremos mais adiante, cuja influência e concepções filosóficas constituem cernes de discussões epistemológicas até os dias atuais.

Contrariando totalmente a concepção puramente empirista da ciência, Einstein, conhecido por afirmações polêmicas como a proferida em entrevista concedida ao poeta alemão George Sylvester Viereck (1884-1962), acerca de suas opiniões filosóficas em relação à política, religião e ciência, de que a imaginação fosse mais importante que o conhecimento, também pode ter sofrido influência midiática, nas alcunhas demasiadamente injustas, como a citada anteriormente no episódio de Kelvin e suas nuvens. Fato é que, como destacado por Isaacson (2007), quando Viereck pergunta a Einstein: “Como chegou às suas idéias?”, Einstein aguerridamente responde; “Sou artista o suficiente para inspirar-me livremente na minha imaginação. A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado. A imaginação abrange o mundo inteiro” (ISAACSON, 2007, p.396).

³Detalhamentos acerca da história por trás da fotografia de Sasse podem ser conferidos em <http://www.bbc.com/portuguese/geral-40751047>, no artigo “A história por trás da icônica foto de Albert Einstein com a língua de fora” de 29 de julho de 2017.

Se Einstein estava sendo extremamente audaz e irônico, se estava buscando exprimir suas subjetividades para desmistificar um pouco a idéia de uma ciência puramente objetiva, como se as relações humanas que constituem tal ciência não fossem objetivas, ou se, simplesmente estava tentando dizer o que acreditava ser a fonte de suas idéias, não dispomos saber. Entretanto, cabe-nos a pergunta - ainda que sem resposta definida mas que possa ser problematizada ao longo da leitura deste capítulo - faria de Einstein, tal afirmação, um cientista que apelaria exclusivamente à sua imaginação e acusador, ainda, de uma limitação nos nossos modos de desenvolver conhecimento científico? Ou ainda, seria Einstein, cientista que buscaria promover que *acreditássemos* nas conjecturas que propunha, em detrimento de buscarmos *compreender e corroborar* tais conjecturas dadas aparentes limitações destas? Possivelmente, seriam esses e outros questionamentos (ainda que não possuam resposta imediata), primordiais para entendermos o contexto histórico da gênese da Relatividade Geral ou, como chamaremos doravante: **o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana**, de modo que esta terminologia, talvez, seja-nos mais conveniente do que tratarmos desta como “uma das nuvens”, tendo em vista que não buscamos dirimí-la e sim, contextualizá-la em relação às nossas intenções de investigação.

Na perspectiva de relacionar a gênese do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana com nossas intenções de investigação, torna-se imprescindível abordar alguns aspectos históricos da mesma, buscando contextualizá-la a partir dos primeiros questionamentos de Einstein em relação às explicações newtonianas da gravidade até o desenvolvimento do programa de pesquisa enquanto estrutura não somente conjectural da Física mas também como mudança de ótica em relação aos fenômenos naturais, ou seja, uma nova compreensão filosófica do mundo natural enquanto objeto de estudo da Física. Essa perspectiva pode estar atrelada na relação que Einstein estabelece com estes questionamentos, a partir de inquietações referentes à natureza da gravidade, pois apesar de conhecermos a validade da Lei da Gravitação Universal de Newton, “a natureza da força gravitacional entre dois corpos é no começo do século XX tão desconhecida quanto o era para Newton e seus partidários” (PEDUZZI, 2015, p. 206). Ou seja, Einstein não encontrava-se satisfeito, ainda antes de deparar-se com problemas referentes à generalizações para referenciais acelerados, com o fato de conhecermos pouco a respeito da natureza da gravidade, o que pode ter sido um dos fatores contribuintes para os questionamentos que viria a fazer nos anos seguintes ao *annus mirabilis* de 1905.

O próprio Einstein, em 1916, ao publicar seu livro *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*⁴ para fornecer subsídios, no mínimo conceituais para “àqueles que, de um ponto de vista geral científico e filosófico, se interessam pela teoria mas não dominam o aparato matemático da física teórica” (EINSTEIN, 2007, p. 7) preocupa-se em deixar claro uma das principais motivações pelos seus interesses de investigação na gravidade. Segundo Einstein, a explicação da gravidade - ou da natureza da gravidade - é que carecia de interpretação:

Até hoje a mecânica, na verdade, *registrou* este importante princípio, mas não o *interpretou*. Não podemos chegar a uma interpretação satisfatória senão quando reconhecermos este fato: conforme as circunstâncias, *a mesma qualidade* do corpo se manifesta ora como “inércia” ora como “gravidade” (“peso”) (EINSTEIN, 2007, p. 58).

De modo que, é nesse sentido, de questionar a sucessão de registros acerca da gravidade, sem criticar o desenvolvimento da mesma - tanto por ser um programa de pesquisa robusto quanto pelo respeito que Einstein nutria por Newton - que Einstein, adentrando as urdiduras mais ontológicas do que poderia ser essa tal gravidade, começa a preocupar-se com natureza da mesma.

A gênese do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, eclode, segundo o próprio Einstein, do que ele chamaria de “*glücklichste Gedanke meines Lebens*” [pensamento mais feliz da minha vida, traduzido do alemão]. O trecho em que Einstein emprega esse termo, em um artigo de 1907, publicado no *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, fora destacado com primazia, na obra “Sutil é o senhor: a ciência e a vida de Albert Einstein”, de Abraham Pais (1918-2000) originalmente de 1982 e publicada no Brasil em 1995. Nessa obra, Einstein *apud* Pais (1995), destaca tal trecho:

Então me ocorreu o “*glücklichste Gedanke meines Lebens*” [pensamento mais feliz da minha vida], da seguinte forma: o campo gravitacional tem apenas uma existência relativa, de algum modo semelhante ao campo elétrico gerado por indução magnetoelétrica. *Porque para um observador que cai livremente do telhado de uma casa não existe - pelo menos no ambiente imediato - campo gravitacional* [itálicos de Einstein]. Na realidade, se este observador deixa cair alguns corpos, estes permanecerão, em relação a ele, em estado de repouso ou de movimento uniforme, independentemente da natureza física ou química de cada um (nestas considerações a resistência do ar é, evidentemente, ignorada). O observador, por conseguinte, tem o direito de interpretar seu próprio estado como sendo “de repouso” (EINSTEIN *apud* PAIS, 1995, p. 208).

⁴ Publicado no Brasil em 1999 e depois em 2007 pela Editora Contraponto como “A Teoria da Relatividade Especial e Geral”.

Vale ressaltar entretanto, considerando com cuidado a ênfase que se dará à serendipidade, o pensamento mais feliz da vida de Einstein foi sim algo que causou-lhe regozijo, mas não trata-se de uma descoberta puramente fortuita, despreocupada. Primeiro devido a Einstein ser um ávido praticante dos experimentos mentais - ou como cunharia Ernst Mach (1838-1916) os “*Gedankenexperiments*”⁵, em segundo, como destacaria Louis Pasteur (1822-1895) em 1854 “dans les champs de l’observation le hasard ne favorise que les esprits préparés” [no campo das observações o acaso só favorece o espírito preparado], trazido à tona por Peduzzi e Raicik (2017) e que, além de denotar a inexistência de observações livres de carga teórica (neutras) expressam de forma clara que, a descoberta aparentemente serendíptica, em êxtase, pode ocorrer sim, no entanto, só favorece a mente preparada. Ou seja, Einstein estava preocupado com possíveis generalizações da relatividade restrita - que se aplicava a referenciais inerciais - para aplicá-la a referenciais acelerados, já estava preocupado com isso e pensando nisso quando ocorreu-lhe o “*glücklichste Gedanke meines Lebens*”.

Einstein considera, ainda, que nesse âmbito em meados de novembro de 1907, como o pensamento mais feliz de sua vida, como destaca Einstein *apud* Pais (1995, p. 209) que “estava sentado numa cadeira na repartição de patentes em Berna quando subitamente me ocorreu um pensamento: ‘Se um homem cai livremente, não sente o próprio peso’. Fiquei abismado”, por poder debruçar-se sobre o problema que, depois de alguns anos, várias e sinuosas incursões teóricas e ajuda de colegas, consegue uma nova explicação para a gravidade, edificando as bases para seu programa de pesquisa da gravitação. No entanto, o que essa curta e emotiva frase de Einstein destaca é o princípio da equivalência entre as massas inerciais e gravitacionais, conceito-chave para o desenvolvimento do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana e que faremos uma breve discussão a seguir.

Propondo um *gedankenexperiment* é que Einstein busca nos ilustrar o princípio da equivalência entre as massas inerciais e gravitacionais, imaginando um sistema composto por uma caixa com um homem em seu interior, de modo que este sistema encontra-se no espaço vazio, distante de quaisquer “massas significativas que, com suficiente exatidão, nos encontremos diante do caso previsto pelo princípio fundamental de Galileu” (EINSTEIN, 2007, p. 58) sendo que este homem não sabe que “bem no centro no teto da caixa, esteja afixado um gancho com uma corda, e que um ser cuja natureza não nos interessa esteja puxando a corda com uma força constante” (EINSTEIN, 2007, p. 58). Ou seja, devido ao fato deste sistema estar

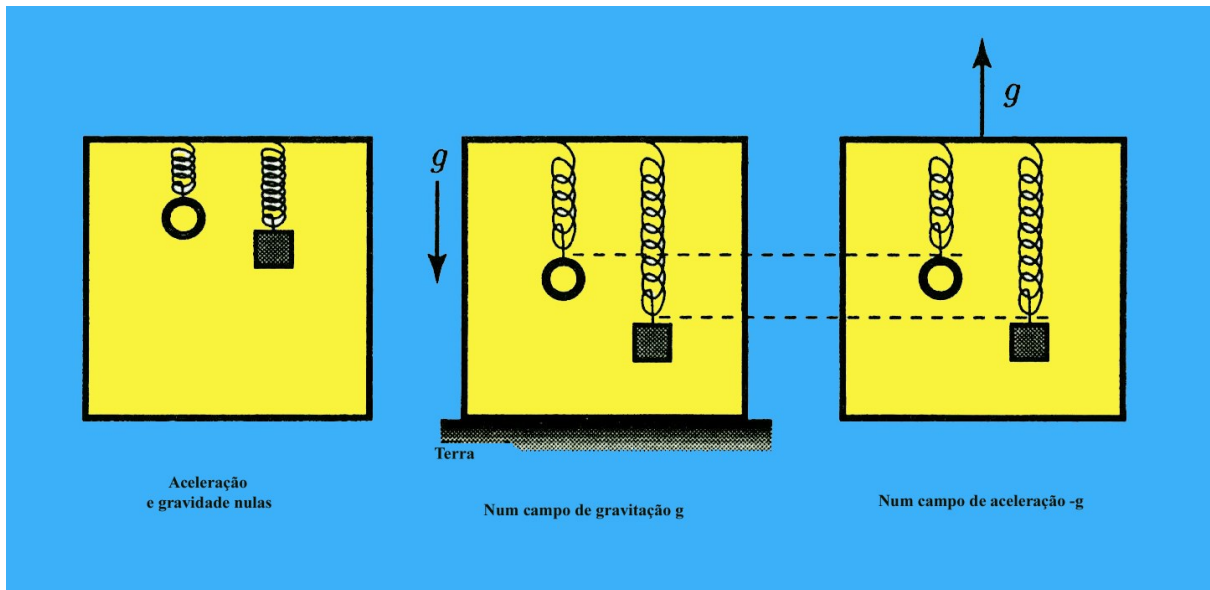
⁵ Este termo é destacado por Mach num texto traduzido em 1972, “On thought experiments”.

isolado no vazio e não estar próximo de nenhum corpo significativamente massivo, não há gravidade, de modo que o homem no interior da caixa não sente o próprio peso e só consegue inferir que possa estar, aparentemente, num campo gravitacional quando soltar algum objeto de sua mão e perceber que este se direciona para o piso da caixa, em movimento acelerado e que quaisquer objetos, independentes de suas massas, que sejam soltos de suas mãos, terão essa mesma aceleração, “exatamente como uma pessoa dentro de um aposento de uma casa em nossa Terra” (EINSTEIN, 2007, p. 59).

Deste modo, o homem concluirá que, tanto ele quanto a caixa (sistema) encontram-se em um campo gravitacional que mantém-se constante no tempo, até que comece a se questionar por qual motivo a caixa não cai neste campo gravitacional, não chegando a nenhuma conclusão lógica até que “ele descobre o gancho no meio do teto e a corda tensa que está fixa nele, e conclui logicamente que a caixa se encontra em repouso suspensa no campo gravitacional” (EINSTEIN, 2007, p. 59) e então se dá conta de que não é possível distinguir se está num campo gravitacional constante no tempo com uma aceleração gravitacional g ou em sistema linear acelerado com uma aceleração linear uniforme $-g$ (cujo vetor aceleração apontaria na direção contrária da aceleração gravitacional). Em outras palavras, o princípio do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana é o princípio da equivalência entre as massas inerciais e gravitacionais, que, como o próprio Einstein destacou “baseia-se na propriedade fundamental do campo gravitacional de conferir a todos os corpos a mesma aceleração, ou, o que significa o mesmo, na proposição da igualdade entre a massa inercial e a massa gravitacional” (EINSTEIN, 2007, p. 59-60).

Para ilustrar um pouco mais este princípio de equivalência imaginemos este mesmo sistema porém ao invés de somente o homem, no interior da caixa teríamos dois objetos presos cada um em uma mola, sendo afixados no teto da caixa, como ilustra a figura a seguir:

Figura 1 - O Princípio da Equivalência das Massas Inerciais e Gravitacionais.
 Fonte: <http://cmup.fc.up.pt/cmup/relatividade/RG/node5PE2.html>



No primeiro sistema (da esquerda para a direita) os dois objetos encontram-se sem influências de uma aceleração ou gravidade, de modo que as molas encontram-se sem estarem distendidas. Se o observador dentro da caixa percebe que os objetos começam a mover-se para baixo e, conseqüentemente, as molas começam a alongarem-se (sistema do meio e sistema da direita) existem duas explicações possíveis:

- a) a caixa encontra-se num campo gravitacional g , como por exemplo na Terra, de modo que os corpos sofrem influência deste campo e as molas se alongam;
- b) a caixa encontra-se muito afastada de corpos significativamente massivos, num espaço vazio, sem influência de um campo gravitacional, porém submetida a uma aceleração linear uniforme $-g$, e as molas se alongam com a mesma intensidade.

Ou seja, não é possível distinguir o alongamento da mola devido a um campo gravitacional, determinado pela sua massa gravitacional M_g de um alongamento da mola devido à uma aceleração linear uniforme determinado pela sua massa inercial M_i de modo que o princípio da equivalência $M_g = M_i$ é válido.

A explicação de Einstein, deste princípio, através de um experimento de pensamento, pode ser reproduzida - da forma como o próprio Einstein fez - se imaginarmos dentro da caixa um dispositivo fixado em uma das paredes laterais, de modo que este dispare um feixe de luz, na direção horizontal, incidindo na outra parede lateral da caixa. Na primeira situação, ainda no

referencial galileano, a trajetória deste feixe é retilínea, porém, seja a mesma situação num campo gravitacional ou num sistema com aceleração linear uniforme, ela é curva:

Um raio de luz porta energia e energia tem massa (inercial), de acordo com a relatividade especial. Sendo assim, e dada a equivalência entre massa inercial e massa gravitacional, em um campo gravitacional o raio de luz segue uma trajetória idêntica a de um corpúsculo lançado horizontalmente com a velocidade da luz. Sendo c o módulo dessa velocidade, em um intervalo de tempo t o feixe percorre uma distância horizontal (PEDUZZI, 2015, p. 210).

De um modo geral, simplificando; a gravidade curva a luz! Essa constatação ainda que aparente ser uma sequência lógica da explicação do princípio da equivalência das massas, não deve ser entendida de forma generalizada, caso contrário poderíamos observar a curvatura da luz em situações cotidianas, e isso não acontece. Entretanto, como Einstein destacou fora justamente questionamentos em relação à uma limitação de generalização deste fenômeno dentro das incursões teóricas da Relatividade Especial, que Einstein pôde pensar em uma generalização, para onde campos gravitacionais intensos (diferentemente dos que experimentamos em situações cotidianas), fizessem a luz curvar-se, de modo que uma Relatividade Geral - ou da forma que chamamos: o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana - faz-se necessário.

Ainda tratando desta limitação de compreender a curvatura da luz através da Relatividade Especial, como ressalta Peduzzi (2015, p. 212) “[c]om efeito, a curvatura de um raio luminoso só pode ocorrer quando a velocidade de propagação da luz varia com a posição. Mas, esclarece Einstein, isso não significa uma refutação à teoria da relatividade especial”, ou seja, em linhas gerais: a gravidade curvará a luz sim, mas tal fenômeno pode ser observado com a presença de campos gravitacionais intensos, entretanto isso não diminui a “validade” teórica do programa de pesquisa. É neste sentido, buscando reforçar tal preceito que Einstein apela à história da Física:

Como os adversários da Teoria da Relatividade Especial afirmaram freqüentemente que a Teoria da Relatividade Especial é anulada pela Teoria da Relatividade Geral, desejo recorrer aqui a uma comparação para tornar clara qual é a verdadeira situação. Antes de ser estabelecida a eletrodinâmica, as leis da eletrostática eram consideradas como sendo simplesmente as leis da eletricidade. Hoje sabemos que a eletrostática só pode fornecer corretamente os campos elétricos no caso, nunca estritamente concretizado, de as massas elétricas estarem perfeitamente em repouso umas em relação às outras e ao sistema de coordenadas. Será que por isso a eletrostática foi jogada no lixo pelas equações de campo da eletrodinâmica de Maxwell? De forma alguma! A eletrostática está contida como caso-limite na eletrodinâmica; as leis desta última levam diretamente às da primeira no caso em que os campos não variam no tempo. Este é o mais belo destino que uma teoria física pode ter: **quando ela abre**

caminho para o estabelecimento de uma teoria mais ampla, na qual continua a viver como um caso particular (EINSTEIN, 2007, p. 66, grifos nossos).

Ou seja, Einstein ainda reconhecendo que existe um limite de generalização a partir da Relatividade Especial, compreende que isto não oferece degenerescência ao seu programa de pesquisa da gravitação, pois a ciência não pode ser compreendida desta forma reducionista. Ainda que lidemos com conhecimentos provisórios, isto não implica que estes são, em sua essência, proteiformes a ponto de estarem em potencial descarte a todo tempo.

Nessa perspectiva, o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, ainda que este já configuraria-se um grande feito, não preocupou-se univocamente da generalização de um pormenor teórico que a Relatividade Especial não conseguia abarcar - pensar desta forma poderia ser extremamente ingênuo e reducionista - de modo como destaca Peduzzi (2015, p. 212) “[e]ssa perspectiva não representa apenas uma nova contestação à física de Newton – e agora à gravitação; ela atinge diretamente mais um importante elemento do núcleo do programa de pesquisa da mecânica newtoniana”, ou seja, poderíamos pensar que dois programas de pesquisa - o da gravitação newtoniana e o da gravitação einsteiniana - estariam em concorrência.

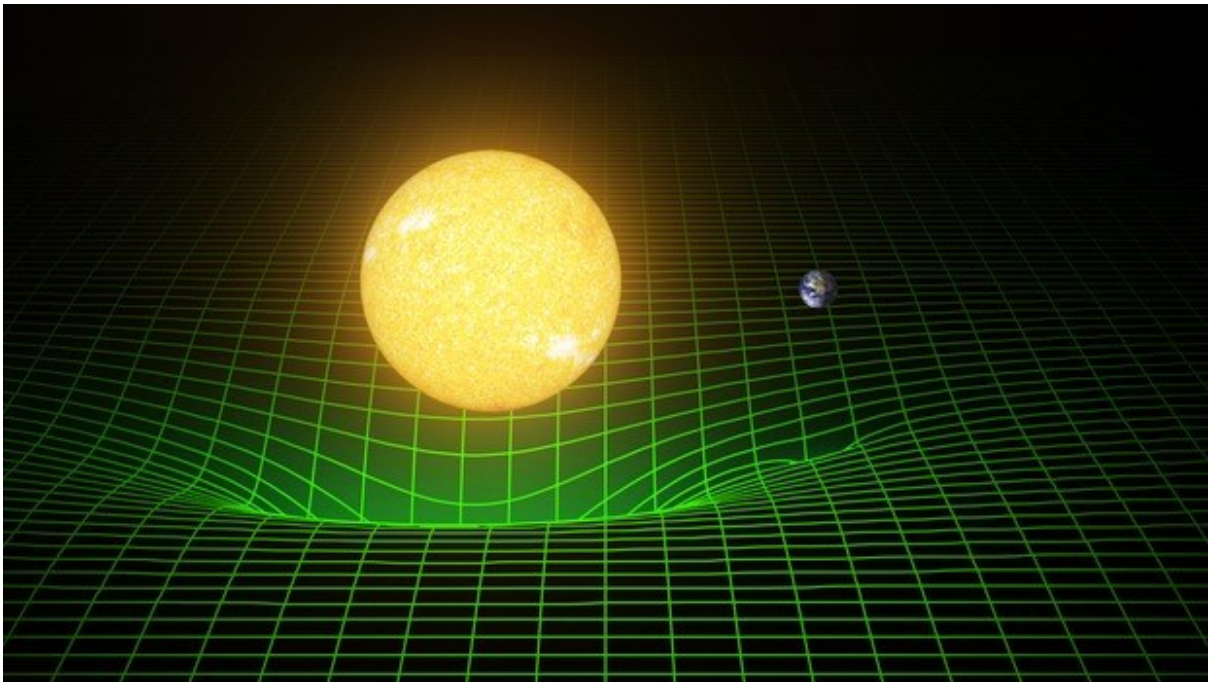
Desta forma, ainda, torna-se importante lembrar que, da mesma forma que não descartam-se ou invalidam-se programas de pesquisa de forma arbitrária, estes não “passam a ter validade” somente em algum evento privilegiado na história do seu desenvolvimento, pois os processos sociais e históricos de construção de conhecimento, o caráter volitivo do cientista e, em alguns casos, anomalias e truncamentos teóricos, por exemplo, também exercem influência sobre o desenvolvimento da ciência. Esta possível forma equivocada de compreender a ciência, abordaremos com mais ênfase na seção que retrataremos uma tentativa possivelmente equivocada de reduzir a história da Física, mais especificamente da gravitação einsteiniana, a um processo “centenário de fé em Einstein”.

Destarte, é-nos lícito questionar: o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana consiste em: (a) identificar um problema de generalização da Relatividade Especial; (b) através de um experimento mental solucionar tal problema e (c) compreender que, ainda que em situações cotidianas os campos gravitacionais não curvem a luz, em campos gravitacionais intensos ela é curvada pela gravidade - e a tarefa de Einstein está completa? Não obstante, essa esquematização linear da gênese da gravitação de Einstein é duplamente pernicioso: primeiro por ensejar um caráter extremamente reducionista do desenvolvimento do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, segundo por caracterizar o desenvolvimento de tal programa de pesquisa de forma linear e univocamente metódica, como se Einstein tivesse

seguido etapas de um “receituário da Física” e no seguimento desta marcha rígida, “concluisse” a Relatividade Geral. Não funciona de forma tão simplória assim na história, portanto não é nos lícito configurar, tampouco ensinar, seja na educação básica ou nos cursos de formação de professores - como já discutimos no capítulo sobre a Natureza da Ciência e a formação de professores - uma ciência desenvolvida desta forma rígida, extremamente algorítmica e determinística.

Entretanto, pode ser-nos lícito questionar: se podemos compreender que não é seguindo esse suposto “receituário da Física” e não é seguindo sequência rija que Einstein e seu programa de pesquisa da gravitação adquirem status de concorrência com o programa de pesquisa da gravitação newtoniana, então o que o faz? Seriam estas questões propostas, explicando a equivalência das massas inerciais e gravitacionais; a influência que a gravidade exerce na trajetória da luz e generalizando esse princípio que Einstein estabelece seu programa de pesquisa da gravitação? O que vem em sequência destas perguntas, lembrando que seria-nos sobejamente audacioso pensar que estas possuem respostas imediatas, trata-se da explicação de Einstein para a gravidade - ora, se temos programas de pesquisas concorrentes - deveríamos supor que o programa de Einstein explicaria a gravidade de uma forma distinta de Newton, certo? Certo! Na sequência discutiremos o que é a gravidade do ponto de vista de Einstein, sendo que ele mesmo já havia questionado, como citamos anteriormente, que por anos já havíamos registrado-na porém não interpretado-na.

Em linhas gerais, bastaria-nos explicar a gravidade einsteiniana da seguinte forma: enquanto para Newton a gravidade é uma força que atrai as massas, de modo que somos atraídos (“puxados para baixo”) até o solo, acelerados pela aceleração da gravidade g ; para Einstein a gravidade é a curvatura do espaço-tempo causada pela presença de massa, energia ou momento, sendo que essa curvatura altera a trajetória dos objetos presentes nesse espaço de modo que a presença de objeto massivo rege a curvatura do espaço e essa curvatura rege o movimento dos objetos massivos. Na figura abaixo, podemos ilustrar a curvatura que o Sol causa no espaço-tempo, rege o movimento da Terra ao seu redor; como se a Terra tendesse a manter uma trajetória retilínea, mas devido à curvatura causada pelo sol, curva sua trajetória, orbitando-o:



Ou seja, para Einstein, a curvatura do espaço-tempo é a gravidade: nas nossas situações terrestres, se um objeto, solto de nossas mãos, cai em direção ao solo não é devido a uma força que o atrai para baixo, e sim, devido à curvatura do espaço-tempo causada pela Terra. Mas será que basta-nos essa explicação sintética para compreender a natureza da gravidade do ponto de vista de Einstein?

Não obstante, faz-se necessário justamente explicar, por meio de breve caracterização histórica, como Einstein chegou ao seu programa de pesquisa de gravitação e de que modo este programa de pesquisa progrediu em relação ao programa newtoniano, porém sem invalidá-lo. É imaginável - e discutível - os motivos que poderiam levar-nos a explicar a gravidade de forma resumida somente como se essa fosse uma “alternativa plausível” em relação à gravidade newtoniana. Entretanto, Einstein provocou uma revolução no modo como compreendemos a gravidade não somente propondo suposta alternativa, mas desenvolvendo um labor que - ainda que pareça extremamente individual, fora compartilhado com outros cientistas - custou-lhe pouco mais de uma década! Tanto os aspectos teóricos (uma matemática, por exemplo, que Einstein ainda precisaria aprender) até filosóficos, traçam um período entre meados de 1907 até 1916 onde o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana foi gestado.

Nessa perspectiva, Einstein descreve os aspectos dessa curvatura do espaço-tempo, sendo que inicialmente utilizou o termo “empenamento” (*warping*) para somente depois dar-se conta de que “curvatura” seria o mais adequado. A compreensão desta curvatura e suas

implicações são discutidos por Einstein de um ponto de vista relacionado à geometria diferencial Riemanniana, com cálculos tensoriais num espaço quadridimensional Minkowskiano - e esta prática fugiria de nossas intenções neste capítulo. Desta forma, apelaremos para abordagem conceitual de um físico (recentemente laureado com o Nobel que está diretamente relacionado com a gravitação de Einstein, mas que só abordaremos mais adiante no texto) estudioso da gravidade: Kip Thorne, de modo que buscaremos explicar um pouco mais, do ponto de vista conceitual, a natureza da gravidade de Einstein principalmente a partir das contextualizações exemplificadas por tal autor nos livros “Black Holes and Time Warps: Einstein’s Outrageous Legacy”, de 1994.

Einstein desenvolveu um programa de pesquisa no qual a gravidade seria, em linhas gerais, a curvatura do “tecido” espaço-temporal, de modo que este tecido comportaria espaço e tempo de forma intrinsecamente relacionada e a curvatura seria causada pela presença de massa, energia ou momento. Nesse sentido, o que pode parecer-nos lógico é compreender que Einstein poderia ter debruçado-se sobre a idéia de um tecido espacial que, quando curvado, por possuir relação intrínseca com o tempo, curvaria-o também. Na realidade, como destaca Thorne (1994, p. 107, tradução nossa) “[t]alvez, Einstein especulou, um padrão mais complicado de curvatura temporal poderia produzir todos efeitos gravitacionais conhecidos” ou seja, Einstein compreendia, inicialmente, um tempo sendo curvado porém em um tecido espacial plano, sem coeficiente de curvatura.

O programa da gravitação newtoniana, explicava o fenômeno das marés, claramente causado pela ação gravitacional da Lua, de modo que, como destaca ainda Thorne (1994, p. 107, tradução nossa) “O desafio de Einstein era formular uma lei da gravitação completamente nova que fosse simultaneamente compatível com o princípio da relatividade e explicasse a gravidade das marés de um jeito simples, novo e atraente”, pois Einstein, considerando o princípio da Relatividade Restrita notara, por volta de 1912, que essa seria a primeira incompatibilidade do programa da gravitação newtoniana: como este considerava que a força gravitacional dependia da distância, qual seria o referencial privilegiado para medir tal distância, se, relativisticamente a “física seria a mesma para todos referenciais inerciais”? Eis a contradição que contribui para que Einstein comece a pensar numa curvatura temporal sem ainda considerar a curvatura do espaço.

Uma vez que Einstein pudera compreender a curvatura temporal conseguiu identificar que, ao menos que quisesse inferir outra contradição ao princípio da Relatividade Restrita, o espaço também deveria curvar-se:

O tempo é relativo. Seu tempo é uma mistura do meu tempo e meu espaço (se nos movemos em relação um ao outro) e, portanto, se o seu tempo é distorcido, mas o seu espaço é plano, então meu tempo e meu espaço devem ser deformados, como deve ser todos os outros. Você e somente você terá um espaço plano, então as leis da física devem estar escolhendo o seu referencial como fundamentalmente diferente de todos os outros - em violação do princípio da relatividade (THORNE, 1994, p. 107, tradução nossa).

No entanto, deve ficar claro que, possivelmente, não fora univocamente a contradição com o princípio da Relatividade Restrita que fizera com que Einstein reformulasse sua concepção de um espaço plano. Ainda que esta constituiria razão suficiente para tal, visto que a Relatividade Restrita encontrava-se devidamente corroborada e que não dispúnhamos de conjectura adjacente progressiva em relação à mesma, o que incomoda Einstein é o fato de que se tempo e espaço estão intrinsecamente relacionados, não podem sofrer os efeitos gravitacionais de formas distintas, e isto ainda, além de tal inquietação, contrariaria o princípio da Relatividade Restrita. O que parece-nos nesta afirmação é que carecemos de justificação, visto que, dentro da história da Física, poderíamos pensar que Einstein fora motivado somente devido à incompatibilidade destas com o princípio da Relatividade Restrita.

Tal justificação poderia ser compreendida se adicionássemos algum outro elemento que, atuando como reforço corroborativo para tal idéia de espaço curvado, contribuiria para que Einstein tivesse compreendido-o para além de somente devido à violação do princípio da Relatividade Restrita? Possivelmente sim, mas para isto, mesmo estando em 1912, precisaremos voltar cerca de quatro anos no tempo, até 1908, quando Einstein desdenhara arriscadamente do espaço de Minkowski.

Hermann Minkowski (1864-1909) foi um matemático alemão que, dentre diversas contribuições, por volta de setembro de 1908, desenvolvera explicações e conjecturas matemáticas a partir da idéia de um espaço e tempo relativos, inspirado por parte do trabalho já desenvolvido por Einstein, considerando que “o Universo é feito de um tecido ‘espaço-temporal’ quadridimensional” (THORNE, 1994, p. 89, tradução nossa). Como já discutimos, nessa época ainda não estava claro para Einstein tais compreensões, de modo que esperaríamos que este consideraria o trabalho de Minkowski e reavaliaria o que estava desenvolvendo, certo? Errado! O que Einstein fez foi desdenhar de tais idéias acrescentando que Minkowski estava “simplesmente” reescrevendo as idéias da Relatividade de forma matemática e que esta somente serviria para “obscurecer” as idéias físicas que sustentavam as leis, mesmo tratando-se de uma

conjectura matemática corroborada por Minkowski através do desenvolvimento aprofundado do cálculo tensorial (THORNE, 1994).

Neste episódio, do desdém de Einstein em 1908, retornemos a 1912 para poder compreender a defesa em relação a Einstein não ter considerado a curvatura do espaço “somente” devido a contradição relativística, pois, em 1912, quatro anos após desdenhar de Minkowski, é o desenvolvimento do espaço quadridimensional minkoswkiano que permite a Einstein (agora sim!), aliado à possível contradição relativística e na relação intrínseca entre espaço e tempo, pensar numa curvatura espacial, como destaca Thorne “[d]epois de quatro anos ridicularizando a ideia de espaço-tempo absoluto de Minkowski, Einstein finalmente foi levado a abraçá-la: e deformá-la” (THORNE, 1994, p. 108, tradução nossa) de modo a agir quase que como desculpando-se, visto que Minkowski morrera em 1909, vítima de uma apendicite.

Torna-se interessante destacar, ainda, que esse episódio, mesmo sendo um “escorregão” de Einstein, consegue desmistificar a idéia possivelmente distorcida de que Einstein somente “aproveitava-se do trabalho alheio”, visto que bastaria-lhe identificar a contradição relativística para desenvolver a idéia de um espaço curvado. No entanto, o trabalho de Minkowski serve de base filosófica para tal discussão em Einstein, mas também como aporte teórico do ponto de vista matemático, de forma aliada à tal contradição já previamente identificada por Einstein e não de forma coercitiva. Cabe-nos, dentro dessa perspectiva pensar novamente em um dos questionamentos feitos no início deste capítulo: seria Einstein, cientista que buscava promover que *acreditássemos* nas conjecturas que propunha, em detrimento de buscarmos *compreender* e *corroborar* tais conjecturas dadas aparentes limitações destas? Parece-nos lícito pensar, apelando não arbitrariamente para a história do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, como aqui fazemos, que possivelmente *crer* em Einstein parece tencionar uma concepção puramente canônica frente à história da Relatividade Geral que, desafiadoramente, considerando principalmente a possibilidade de ser progressiva em relação a Lei da Gravitação de Newton mostra-se, mais iconoclasta do que eclesiástica.

Uma das consequências da compreensão einsteiniana da gravidade, reside em vilipendiar de forma austera (pela segunda vez) nossa compreensão natural de certa fluidez temporal. Dizer que o tempo é relativo, como feito na Relatividade Restrita não basta; agora podemos pensar que essa fluidez do tempo é afetada também pela gravidade. Ora, se espaço e tempo estão intrinsecamente relacionados e se, a gravidade é a curvatura do tecido espaço-temporal, o tempo não passará da mesma forma, pois quanto mais curva-se o espaço, também mais curvar-se-á o tempo. Neste sentido, um movimento que ocorreria num espaço

tridimensional e plano, em linha reta, passará a ocorrer num espaço quadridimensional curvado, em trajetória descrita por coordenadas não euclidianas, de modo que se este movimento fosse descrito por um corpo em direção ao futuro, esse “futuro” não progrediria no espaço curvo da mesma forma que progrediria num espaço plano.

Preocupados ainda com a caracterização da compreensão einsteiniana da natureza da gravidade como a curvatura do tecido espaço-temporal, podemos compreendê-la também, a partir da simplificação feita por outro físico, John Wheeler (1911-2008) que, além de ter sido um dos colaboradores de Einstein nos seus últimos empreendimentos - a Teoria do Campo Unificado - foi orientador de outros físicos como Richard Feynman (1918-1988) e do próprio Kip Thorne. Wheeler define-nos a natureza da gravitação einsteiniana a partir do seguinte: “a massa diz ao espaço-tempo como se curvar, e o espaço-tempo diz à massa como se movimentar”, ou seja, definitivamente, para Einstein, a curvatura do tecido espaço-temporal é a gravidade!

Não obstante, cabe pensarmos ter dado caracterização histórica suficiente para compreender como Einstein defende seu programa de pesquisa e como esse progride em relação ao de Newton? Poderíamos, possivelmente, cessar aqui, mas com a sensação de que, ainda que os lastros do trabalho de Einstein tenham aparentemente sido explicitados, carecemos, do ponto de vista lakatosiano, destacar alguns pontos na história do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana onde este continua a se desenvolver a partir do episódio relatado em 1912, explicando uma certa anomalia do programa de pesquisa newtoniano em 1915 e avançando tanto para 1916 - ano da publicação da Teoria da Relatividade Geral no *Annalen der Physik* - quanto para sua corroboração com o eclipse solar de 1919. Cabe ainda destacar que, buscaremos tratar destes pontos de modo que estes compõem a história da gênese do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana e os episódios relatados a seguir, tanto em 1915 quanto 1919, tratam-se de reforços corroborativos da conjectura da Relatividade Geral e não “provas absolutas” de que Einstein estaria “correto” e Newton “errado”, pois tais poderiam constituir inferências simplórias e carentes de discussões epistemológicas.

Essa concepção de supostamente identificar um erro no programa de pesquisa da gravitação newtoniana e esperar que tal erro fosse corrigido pelo programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, pode ter sido influenciada pela forma como Einstein expõe no trabalho em que divulga a Relatividade Geral pela primeira vez, em 1916. Einstein (1916) trata, em determinada etapa, de considerar um dos objetivos dos escritos desta publicação fazer com que o leitor possa “entender os métodos que levam à solução do problema da gravitação”

(EINSTEIN, 2007, p. 83). Seguindo desta citação, Einstein explica que Relatividade Geral explica o problema do periélio anômalo de Mercúrio, o que pode ter influenciado a concepção de que Einstein e seu programa de pesquisa da gravitação progrediu em relação ao programa da gravitação newtoniana somente (e tão somente) pela explicação deste problema.

O problema do periélio anômalo de Mercúrio trata da precessão do periélio de Mercúrio, que é alcunhado de anômalo considerando que uma previsão desta precessão do periélio já havia sido feita de acordo com o programa de pesquisa da gravitação newtoniana mas os valores medidos em relação a esta previsão apresentavam uma diferença em relação ao valor observado; diferença esta equivalente a 43 segundos de arco. Enquanto o programa de pesquisa da gravitação newtoniana “previa um desvio de 532 segundos de arco por século para a órbita de Mercúrio, o valor observado para a mudança na orientação dessa órbita, no mesmo período, era de 575 segundos de arco” (PEDUZZI, 2015, p. 218). Deste modo, é necessário explicitar que o que aqui defende-se é que não fora somente o fato de a previsão da medida feita no programa de pesquisa da gravitação newtoniana ser diferente do valor medido que fez com o que o programa de pesquisa degenerasse; mas que estes elementos, frente ao programa de pesquisa da gravitação einsteiniana com todo estremecimento intelectual e aporte conjectural que este já carregaria desde sua gênese aliado à sua capacidade de resolver um problema que o antecedia, foram alguns dos fatores que permitiram que o programa da gravitação einsteiniana progredisse e o newtoniano degenerasse.

A explicação do periélio anômalo de Mercúrio contribuiu imensamente para a progressão do programa de pesquisa, mas é importante destacar, novamente, que este não foi desenvolvido com propósito de solucionar tal problema, o que configura um desenvolvimento progressivo do programa einsteiniano e não que esta progressão se deva somente a isto. Do ponto de vista lakatosiano, como destaca Silveira (1996):

No final do século XIX e início do século XX o programa newtoniano entrou em um processo de degeneração; modificações "**ad-hoc**" no "**cinturão protetor**" eram sempre capazes de explicar as anomalias. O programa relativístico de Einstein se desenvolveu progressivamente, prevendo fatos novos, como o desvio da luz em um campo gravitacional (corroborado durante o eclipse total do Sol em 1919) e explicando (retrodizendo) o perihélio anômalo de Mercúrio. Esta anomalia já era conhecida desde os meados do século XIX, mas não desempenhou qualquer papel na formulação da Relatividade Restrita e da Relatividade Geral; Einstein não tinha a intenção de resolvê-la quando propôs sua teoria (sabe-se que a motivação importante para a Relatividade Geral era a da equivalência das massas inerciais e gravitacionais, que para a Mecânica de Newton constituía-se num acidente, em uma mera constatação empírica). Schwarzschild foi quem obteve a solução do perihélio anômalo de Mercúrio partindo da Teoria da Relatividade Geral (SILVEIRA, 1996, p. 224, grifos do original).

Considerando as questões históricas em relação à Relatividade Geral, é curioso e importante destacar que Einstein, talvez inadvertidamente, já havia destacado que o acúmulo de hipóteses *ad-hoc* poderia contribuir para a degeneração do programa de pesquisa da gravitação newtoniana. Einstein não utilizou desta terminologia, visto que na época da publicação da primeira edição, em 1916, Imre Lakatos ainda nem havia nascido!; entretanto, podemos notar este destaque quando Einstein, referindo-se ao fenômeno da precessão anômala do periélio de Mercúrio: “A mecânica clássica não consegue explicar este fenômeno senão apelando para hipóteses pouco prováveis e imaginadas **exclusivamente para esta finalidade**” (EINSTEIN, 2007, p. 85-86, grifo nosso). Ou seja, mesmo que aqui não adentraremos, neste momento, nas explicações pormenorizadas da estrutura epistemológica defendida por Lakatos, tampouco esmiuçaremos uma possível interpretação para as hipóteses *ad-hoc*, é tácito que Einstein reconhece que a adição e o acúmulo de hipóteses que serviriam exclusivamente para uma finalidade específica, mas que não explicavam o periélio anômalo de mercúrio e ameaçavam a estabilidade do programa de pesquisa da gravitação newtoniana. Além disto, a própria etimologia da palavra *ad-hoc*, que vem do latim, significa “para esta finalidade”, de modo que Einstein já destacava esta estrutura nas tentativas que os newtonianos propunham para a explicação da anomalia conhecida.

Torna-se interessante destacar ainda, que não buscamos aqui defender que as hipóteses *ad-hoc* são inúteis ou não participam do processo de construção de conhecimento científico, pois como destacam Arthury e Peduzzi (2015, p. 67): “[a] ciência não tem problemas com hipóteses ad-hoc quando mantêm a teoria progressiva, desde que mais cedo ou mais tarde elas sejam justificadas e explicadas”, de modo que no caso do programa de pesquisa da gravitação newtoniana, tais hipóteses *ad-hoc* não corroboradas pela experiência empírica, contribuíram para a degeneração do programa. Deste modo o que busca defender-se aqui é que o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, apesar de sofrer influências políticas, sociais, pessoais, não foi simplesmente uma questão de “fé em Einstein” por parte da comunidade científica tampouco uma questão (somente) de escolha de uma teoria por outra; existem elementos que, principalmente no momento da corroboração empírica de uma conjectura, influenciam na imagem que formamos do conhecimento científico, e da própria estrutura com a qual doravante iremos compreendê-lo, reproduzi-lo, divulgá-lo e ensiná-lo.

Analisando mais pormenorizadamente do ponto de vista epistemológico - ou neste caso específico, lakatosiano - os termos “*ad-hoc*” e “*cinturão protetor*” contribuem para uma

melhor compreensão estrutural da degeneração do programa de pesquisa da gravitação newtoniana e a progressão do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana. Ainda que neste trabalho não faremos uma grande discussão a respeito da epistemologia de Lakatos, o que nos importa neste momento é: ainda que existam demandas que envolveram a comunidade científica e membros externos participantes nas expedições que contribuíram para a corroboração da Relatividade Geral com as fotografias do eclipse total do sol em 1919, existem elementos de dimensão conjectural e estrutural que contribuíram para a progressão do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, de modo que defendemos que estes deveriam ser compreendidos de forma mais complexificada do que uma simples questão de “fé em Einstein”, ou “fé na Relatividade Geral” ou ainda numa estrutura de “prova científica”.

Buscamos assim, responder um dos questionamentos que fizemos anteriormente: seria Einstein, cientista que buscava promover que *acreditássemos* nas conjecturas que propunha, em detrimento de buscarmos *compreender e corroborar* tais conjecturas dadas aparentes limitações destas? Parece-nos lícito defender que não, pois analisando historicamente desde a gênese da gravitação einsteiniana até suas primeiras corroborações, mesmo que Einstein houvesse apelado univocamente à uma questão de fé, existem elementos que contribuíram para a corroboração de seu programa de pesquisa da gravitação que devem ser compreendidos de forma mais complexificada, que discutiremos ainda um pouco mais detalhando a corroboração com o eclipse total do sol de 1919 e ampliaremos para o reforço corroborativo em 2016 com a detecção das ondas gravitacionais, estendendo a discussão neste capítulo; o ponto principal aqui é tencionar se conseguiremos discutir as idéias por trás desta defesa, posicionando as discussões num viés filosófico que, ainda que não se preocupe com os rótulos, precisa situar-se dentro de linhas de pensamento conhecidas na filosofia e mais - tentaremos, ao menos - não tender aos extremos sendo univocamente objetivistas ou idealistas, mas sim, pensar de forma breve como a corroboração do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana pode ser compreendida a partir das relações humanas que o constituem, buscando explicar o fenômeno da gravitação e não como se pudéssemos separar, no tecido vivo da realidade, os sujeitos e objetos de forma tão clara quanto quisera o paradigma cartesiano.

Nessa perspectiva, não excluem-se os fatores subjetivos da construção do conhecimento científico, até porque a subjetividade humana não é *menos objetiva* na construção/transformação da realidade, tampouco, na construção do conhecimento científico existem categorias claras que “emergem do sujeito” ou “emergem do objeto”. A relação, a práxis humana coletiva, por exemplo em um episódio como o da corroboração da Relatividade

Geral em 1919, não exclui **elementos causais e objetivos** pois compartilha de tal objetividade, não é “menos real” ou ainda “menos concreta” que a curvatura da luz que se buscou (e conseguiu) detectar. Isto não significa, ainda, que independente das idiossincrasias dos cientistas envolvidos, ou que independentemente de uma expedição organizada em 1919 por cientistas que se dispuseram a buscar corroborar a Relatividade Geral, a organização desta atividade dependeu unicamente de um objeto de estudo chamado gravitação, ou que a delimitação/explicação do que se entendeu e se entende hoje por este objeto é um fruto da história, mas sim que esta fora importante neste processo, de modo que a relação entre os sujeitos, na coletividade, ocorrem considerando tanto a participação dos sujeitos quanto tais elementos deste objeto de estudo, pois esta relação, tratando-se da produção de conhecimento, é indissociável, não separamos claramente tais sujeitos de tais objetos pois a separação clara entre a realidade humana e a realidade natural, é muito mais dialética do que essencialista, de modo que “[a] diferença entre a realidade natural e a realidade humano-social está em que o homem pode mudar e transformar a natureza; enquanto pode mudar de modo *revolucionário* a realidade humano-social porque ele próprio é o produtor *desta última* realidade (KOSIK, 2002, p. 23). Como ainda destaca Kosik (2002):

Como é possível, porém, falar do contexto do real, em que os fatos existem de maneira primordial e originária, se *tal* contexto *só* pode ser conhecido pela mediação de fatos que foram *arrancados* do contexto do real? O homem não pode conhecer o contexto do real a não ser arrancando os fatos do contexto, isolando-os e tornando-os relativamente independentes. Eis aqui o fundamento de todo conhecimento: a cisão do todo. Todo conhecimento é uma oscilação dialética (dizemos dialética porquanto também existe uma oscilação metafísica, que parte de ambos os pólos considerados como grandezas constantes e registra as suas relações exteriores e reflexivas), oscilações entre os fatos e o contexto (totalidade), cujo centro ativamente mediador é o método de investigação. A absolutização desta atividade do método (e tal atividade é inegável) dá origem à ilusão idealista de que o pensamento é que cria o concreto, ou que os fatos adquirem um sentido e um significado *apenas* na mente humana (KOSIK, 2002, p. 57).

Isto não significa, no entanto, advogar que o pensamento humano “cria” a realidade, tampouco que essa exista somente na mente, como se esta mente também estivesse localizada somente dentro do crânio, o que é uma falácia (ARIEVITCH; STETSENKO, 2004).

No caso específico do episódio histórico da comprovação com o eclipse total do sol em 1919, poderíamos pensar que um elemento causal e objetivo seria a curvatura da luz devido a um campo gravitacional intenso, ou no caso da Relatividade Geral, devido à curvatura do tecido espaço-temporal. Isso não confere problema a partir do momento que sabemos que nossos sentidos e nossa consciência desenvolveram-se para visualizar o desvio das estrelas

comparando as duas chapas fotográficas esperando (ao menos no caso de Eddington) que este tivesse ocorrido, se a luz da estrela não fosse desviada pela curvatura do tecido espaço-temporal, nada (ou muito pouco) adiantaria afirmar que o fenômeno realmente ocorria, de modo que esta realidade humana, as práticas colaborativas envolvidas, *são também* a realidade; constituem-na e não são a realidade “apesar da” realidade natural. Nesse sentido, que a relação entre a realidade humana e a natural é dialética, não confusa, mas também não tão claramente dicotomizável. Em outras palavras, como o próprio Einstein jocosamente respondia quando lhe perguntavam se a comprovação não fosse realizada; “teria pena do bom deus, pois a teoria estava correta”, ou seja, a “fé na Relatividade Geral” não seria suficiente para consolidá-la como uma nova compreensão da natureza da gravidade, tampouco como programa de pesquisa que, concorrendo com o de Newton, progrediu satisfatoriamente, reforçando, novamente, que somente a crença de que a luz se comportasse da forma como aparece nas chapas fotográficas de 1919 não seria suficiente para corroborar o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana.

Doravante, podemos pensar na expedição de 1919 como um movimento social que mobilizou diversas pessoas tanto da comunidade científica quanto membros externos e que possibilitou, por meio de testes corroborativos envolvendo fotografias de um eclipse total do sol, aliados à pesquisa e todo desenvolvimento teórico proposto e desenvolvido não somente mas principalmente por Einstein, corroborar a conjectura de que a luz curvaria devido à curvatura do tecido espaço-temporal como previsto e publicado por Einstein em 1916 e não como uma “prova” de que nossa “fé em Einstein” realmente foi acertada e que esta fé supostamente ofereceria lastro seguro para produzir ciência; bastaria-nos acreditar nas conjecturas (ou nos cientistas) que estas seriam-nos suficientes e inquestionáveis. Ou seja, como destacam Arthur e Peduzzi (2015, p. 87): “a eterna busca por melhores explicações percorre um caminho que será tanto mais prolífico quanto maior for o número de opções de programas de pesquisa compromissados com a natureza objetiva dos fenômenos observados”, podendo pensar ainda que, entendendo dois programas de pesquisa concorrentes defendam que aquele que progride (einsteiniano) frente aquele que regride (newtoniano) depende não da cisão de quais são os fatores objetivos e subjetivos, mas da relação dialética existente entre a realidade natural e a possibilidade de transformação desta por meio da realidade social.

Nesta perspectiva, buscaremos na próxima seção realizar uma caracterização similar a que fizemos nesta; resgatando elementos históricos e epistemológicos que envolvam os estudos das ondas gravitacionais até sua detecção em 2016, discutindo-na como um reforço corroborativo do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana e tencionando compôr uma

defesa dos motivos pelo qual compreender a detecção das ondas gravitacionais como “fé em Einstein”, “fé na Relatividade Geral” ou ainda “prova centenária de que Einstein estava certo” podem ser formas perniciosas, ontologicamente e epistemologicamente insuficientes de se discutir tal episódio histórico.

2.2 REFORÇOS CORROBORATIVOS: DE 1916 À DETECÇÃO DAS ONDAS GRAVITACIONAIS.

Infelizmente, quando a primeira detecção direta das ondas gravitacionais ocorreu, em 14 de setembro de 2015, já completavam sessenta anos da morte de Einstein, o que nos impede de saber de que forma o cientista reagiria à notícia da detecção, mas não nos impede de realizar um exercício mental que tentasse imaginar qual seria essa reação. Restringiremos, de início, esse exercício mental a um caráter ilustrativo, justamente para refletirmos qual seria a possível reação de Einstein, assumindo o compromisso de que não dispomos de base empírica (por razões óbvias) para corroborar tal episódio, da mesma forma que não temos certeza do que diria Lorde Kelvin se lhe relatássemos o desenvolvimento que as duas nuvens por ele anunciadas em 1901 tiveram nos últimos anos, em termos históricos da atividade científica.

O que poderíamos esperar de um cientista que, ao indagado sobre a possibilidade de uma não comprovação (ou refutação) da teoria que desenvolvera, respondia que “então teria pena do bom deus pois a teoria estava certa de qualquer forma”, se novamente em 2015 lhe perguntássemos, um pouco antes de realizar a primeira detecção direta das ondas gravitacionais, sobre a possibilidade de uma não comprovação (ou refutação) da mesma teoria? Ou ainda, se em 1915 essa pergunta pudesse fazer sentido, em termos epistemológicos considerando que o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana ainda não teria sido corroborado pela experiência, em 2015 que sentido ela possuiria, nos mesmos termos epistemológicos? De que forma a detecção das ondas gravitacionais pode ser compreendida como uma comprovação de uma teoria que já fora corroborada um século antes? Será que compreender a detecção direta das ondas gravitacionais em 2015 e anunciação da mesma em 2016 como uma “prova centenária” da Relatividade Geral é a forma mais adequada que dispomos para discutir a Natureza da Ciência e as relações com a educação científica existentes nesse episódio histórico? Será que poderíamos compreender que a detecção das ondas gravitacionais trata-se de um reforço corroborativo que contribui com adição de conteúdo empírico à conjectura da Relatividade Geral (ou programa de pesquisa da gravitação einsteiniana)? Através destes

questionamentos, principalmente, buscaremos nesta seção deste capítulo discutir um pouco acerca dos processos sociais e históricos de desenvolvimento científico referentes às ondas gravitacionais e sua detecção direta, começando por uma breve contextualização histórica e discussão de alguns conceitos envolvendo o tema, até buscar defender a concepção de que compreender este episódio da história da Física. como “prova centenária da Relatividade Geral” possa não ser a forma mais adequada de compreensão de acordo com a discussão epistemológica que pretendemos.

Vale ressaltar, tomando o devido cuidado para não compreender o episódio histórico da detecção das ondas gravitacionais de forma sobejamente utilitarista, que além de configurar um reforço corroborativo do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana contribuindo, inclusive, para adição de conteúdo empírico, a detecção marca uma nova era na astronomia, permitindo-nos explorar - ou melhor, *ouvir* - o universo de forma mais aprofundada, além de reafirmar a existência de buracos negros. De uma forma geral, a detecção das ondas gravitacionais e todos os processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico desde sua proposição definem um novo começo para a atividade científica, especificamente para a história da investigação astronômica, e não um capítulo final; as ondas gravitacionais marcam um prólogo, não um epílogo.

Neste sentido, que buscaremos nesta seção deste capítulo, ao destacar os principais momentos históricos que constroem esse episódio, buscando apresentar as principais contribuições envolvidas nesse processo (pois Einstein não fez tudo sozinho) e tratar brevemente de algumas estruturas conceituais acerca das ondas gravitacionais, como fizemos na seção anterior ao tratar da natureza da gravidade para Einstein. Vale ressaltar que, ainda que destacaremos os principais episódios históricos que compõem o desenvolvimento, principalmente empírico, da conjectura envolvendo a existência das ondas gravitacionais, a intenção não é caracterizar um processo linear e acumulativo onde o aprofundamento de nossa compreensão da natureza se consolidaria, pois, esse tratamento linearizado incorreria em uma contradição das idéias que defendemos em relação a Natureza da Ciência. A opção de destacar os principais pontos históricos é, no entanto, fomentada pela intenção de historicizar um processo que passa por diversas transformações, constructos teóricos e experimentais, conjecturas e refutações. De um modo geral, buscaremos historicizar esse processo investindo na defesa de dois pressupostos: (a) de que desta forma podemos melhor compreender que tratam-se de processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico que complexificam, ao longo do tempo, nossa concepção acerca da natureza do objeto de

investigação (nesse caso, a natureza da gravidade) e (b) de que desta forma, aliados à *regra heurística de Popper*⁶ e das discussões que já realizamos neste capítulo, atentar para conjecturas que aumentam seu conteúdo empírico pode caracterizar exemplos profícuos para se discutir mais profundamente a natureza objetiva dos objetos de estudos das ciências naturais.

Um dos primeiros registros referentes às ondas gravitacionais, surpreendentemente, não fora realizado por Einstein, apesar deste ter sido um dos principais responsáveis pela forma como as compreendemos atualmente - como ondulações no tecido espaço-temporal que se propagam como ondas à velocidade da luz. Um dos primeiros estudiosos a conjecturar acerca da existência das ondas gravitacionais, ainda no período das discussões em relação ao éter luminífero, foi Oliver Heaviside (1850-1925) que, em 1893, realizou no apêndice B do primeiro volume de seu livro *Electromagnetic Theory*, um ensaio intitulado *A gravitational and electromagnetic analogy*. Este ensaio propunha uma analogia entre o eletromagnetismo e a lei do inverso do quadrado da distância em gravitação:

Agora, tendo em mente a maneira bem-sucedida na qual a localização de Maxwell da energia elétrica e magnética em seu éter se presta ao raciocínio teórico, a sugestão é muito natural que devemos tentar localizar energia gravitacional de maneira semelhante, sua densidade depender do quadrado da intensidade da força, especialmente porque a lei dos quadrados inversos está envolvida por toda parte (HEAVISIDE, 1893, p. 455, tradução nossa).

Ainda que pode-se notar influência das discussões que conjecturavam acerca da existência do éter luminífero, o ensaio de Heaviside contribui para um dos primeiros exercícios para pensar a propagação de ondas em meio gravitacional. Ainda neste ensaio, Heaviside faz um avanço significativo ao discutir que a gravidade se propagará no tempo, imensamente rápido, com uma velocidade finita, opondo-se à uma caracterização desta propagação de forma instantânea (HEAVISIDE, 1893), de modo que atualmente sabe-se que as ondas gravitacionais propagam-se à velocidade da luz. No momento que Heaviside discute a propagação, este considera uma velocidade altíssima e finita, somente não deixa explícito tratar-se da velocidade da luz.

⁶ A regra heurística de Popper é destacada por Lakatos & Musgrave na obra seminal *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (1979), que permitiu desenvolver e apresentar a Metodologia dos Programas de Pesquisa de Lakatos. Lakatos cita a regra heurística de Popper justamente no trecho que indica que a própria ciência pode ser considerada um amplo programa de pesquisa “com a suprema regra heurística de Popper: ‘arquitetar conjecturas que tenham maior conteúdo empírico do que as predecessoras’” (Lakatos & Musgrave, 1979, p. 162). Nesse sentido que aliamos-nos à tal regra, atentando para considerar a evolução empírica das conjecturas como uma forma de discutir a Natureza da Ciência, historicizando os processos de construção de conhecimento não como simples acumulação linear sucessiva.

A explicitude deste valor finito da velocidade de propagação gravitacional como sendo a velocidade da luz, contribuindo ainda mais para a estruturação das investigações do que tornaria-se, após diversas transformações, a compreensão atual que temos sobre as ondas gravitacionais, foi realizada por Henri Poincaré (1854-1912), em 1906. Poincaré discute, inspirado pela impossibilidade de movimento absoluto indicada pelo trabalho de Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928), no artigo traduzido do original em francês intitulado *Sur la dynamique de l'électron* para o inglês *On the dynamics of the electron*⁷ que deveriam existir ondas de gravidade de acordo com as transformações de Lorentz:

Assim, a teoria de Lorentz explicaria completamente a impossibilidade de demonstrar movimento absoluto, se todas as forças são de origem eletromagnética. Mas há forças que não podemos atribuir uma origem eletromagnética, como por exemplo a gravitação. Pode acontecer, de fato, que dois sistemas de corpos produzam campos eletromagnéticos equivalentes, isto é, exerçam a mesma ação sobre os corpos eletrificados e sobre as correntes, e ainda assim esses dois sistemas não exercem a mesma ação gravitacional sobre a massa newtoniana. O campo gravitacional é assim distinto do campo eletromagnético. Lorentz foi então forçado a completar sua hipótese assumindo que as forças de qualquer origem, e em particular a gravitação, são afetadas pela translação (ou, se preferir, pela transformação de Lorentz) da mesma maneira que as forças eletromagnéticas (POINCARÉ, 1906, p. 166, tradução nossa).

De modo que avança, aplicando as transformações de Lorentz e concluindo que “presume-se que a onda se propaga com a velocidade da luz” (POINCARÉ, 1906, p. 174, tradução nossa) impulsionando a investigação teórica de dois principais problemas que perseguiriam os pesquisadores nos próximos anos; a possibilidade de existência das ondas gravitacionais e se estas transportariam energia.

Einstein publica, em 25 de novembro de 1915, a Teoria da Relatividade Geral, apresentando à Academia Prussiana de Ciências, porém duvidando da hipótese de Poincaré acerca da existência das ondas gravitacionais, só considerando-a e, efetivamente iniciando através de parcerias as investigações acerca das ondas, em 1916. Como destacam Cervantes-Cota; Galindo e Smoot (2016, p. 1), a Teoria da Relatividade Geral “[...] levou à previsão da existência de ondas gravitacionais que seriam tão fracas e sua interação com a matéria tão fraca que o próprio Einstein se perguntava se poderiam ser descobertas”, indicando o ceticismo de Einstein em relação às mesmas. O motivo pelo qual Einstein encontrava-se cético, inicialmente,

⁷ A versão que consultamos trata-se da tradução para o inglês aqui mencionada. Esta versão, intitulada *On the dynamics of the electron* fora traduzida a partir da versão original em francês *Sur la dynamique de l'électron* recebida em 23 de julho de 1905 e publicada em janeiro de 1906 no periódico *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*. A versão consultada em inglês está disponível em <[https://en.wikisource.org/wiki/Translation:On_the_Dynamics_of_the_Electron_\(July\)](https://en.wikisource.org/wiki/Translation:On_the_Dynamics_of_the_Electron_(July))>.

em relação à existência das ondas gravitacionais, aparentemente não estava relacionado com nenhum fator pessoal de intriga ou desavença com Poincaré. Pelo contrário, o problema de Einstein com a hipótese de Poincaré devia-se à sua analogia com as ondas elétricas demandarem a existência de um dipolo gravitacional - de modo que implicaria na existência de massas negativas - o que Einstein não aceitava (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016).

Somente um ano depois, em 1916, Einstein realiza aproximações a partir das equações de Maxwell e formula uma previsão acerca da existência das ondas gravitacionais, porém ainda não como uma hipótese robusta acerca da existência, visto que as generalizações de Einstein contribuíram, em linhas gerais, para que Hermann Weyl (1885-1955), classificasse três tipos diferentes de ondas gravitacionais, que não discutiremos aqui, ainda que o destaque histórico faça sentido dentro das propostas desta seção. Entretanto, vale ressaltar, novamente, a importância de Arthur Eddington (1882-1944) na história do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, visto que essa classificação de Weyl inspirou um artigo de Eddington, intitulado *The propagation of gravitational waves* onde ele discute, em 1922, que dois dos três tipos de onda poderiam viajar a qualquer velocidade, o que iria contrariar um dos postulados da Teoria da Relatividade Restrita (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016). Ainda nesta perspectiva, faz-se interessante ressaltar, que estes episódios históricos podem contribuir para entendermos mais profundamente o desenvolvimento do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana como um todo mas também na especificidade dos processos por trás da evolução das investigações acerca das ondas gravitacionais, visto que estes, como podemos notar pelos destaques históricos, não trataram-se de processos lineares onde supostamente Einstein propunha a existência das ondas e algum experimento corroborava.

Investigações mais profundas acerca das ondas gravitacionais ficaram um tanto estáticas até a mudança de Einstein para os Estados Unidos em 1933, onde ele iniciou como professor em Princeton e, prosseguindo com estudos referentes às ondas gravitacionais, estabeleceu uma parceria com Nathan Rosen (1909-1995). Einstein e Rosen publicaram um artigo em 1936 onde discutia-se a inexistência das ondas gravitacionais partindo do pressuposto que a solução das equações de campo de Einstein nesse caso incorreriam em uma singularidade espaço-temporal, de modo que este foi submetido ao jornal *Physical Review* e amplamente criticado, marcando um dos episódios na história do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana onde Einstein, novamente, cometera um deslize. O deslize ocorrera quando Einstein submeteu seu artigo em parceria com Rosen e, ao receber críticas negativas em relação à construção dos argumentos que envolveriam os resultados como singularidades, retirou o

artigo para que este não fosse publicado, algo que pode ser interpretado como um episódio carregado de sentimento de raiva e indignação. Logo após as críticas negativas, como destaca Infeld citado por Kennefick (2005, p. 43) relatando tal episódio: “[é] notável que nesta fase de sua carreira Einstein estava preparado para acreditar que as ondas gravitacionais não existiam”, de modo que somente um novo assistente que substituiu Rosen em 1936, Leopold Infeld (1898-1968), após conversar diretamente com o parecerista que criticou o artigo, o físico Howard Percy Robertson (1903-1961), convenceu Einstein de que ele estaria enganado; “Infeld e Robertson discutiram o ponto e analisaram juntos o manuscrito de Einstein e Rosen, confirmando o erro. Infeld, por sua vez, informou Einstein sobre a conversa com Robertson” (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016, p. 5, tradução nossa).

Este episódio além de proporcionar um relato dos bastidores do desenvolvimento de nossa compreensão acerca das ondas gravitacionais e evidenciar, mais uma vez, que os processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico podem ser coletivos, nos ajuda a refletir acerca da idéia de que supostamente Einstein, e os demais cientistas preocupados com a natureza da gravidade, tenham se esforçado para o desenvolvimento do nosso entendimento em relação às ondas gravitacionais e aprimorado suas técnicas de detecção por uma simples questão de “fé na ciência”. Não obstante, até aqui, na possibilidade desta idéia não ter ficado clara, o que buscamos defender nesta seção é que esta suposição de que o desenvolvimento científico, no caso das ondas gravitacionais, tenha se dado por meio de “fé na ciência”, é uma falácia.

Nesta perspectiva, mais pontos na história das ondas gravitacionais, de uma forma geral, contribuem para reflexão acerca deste episódio na história da ciência, vilipendiando tal falácia. Dentre estes pontos, um dos que sucedem o erro de Einstein, destaca este desculpando-se e reconsiderando suas investigações sobre ondas gravitacionais. Como lembram Cervantes-Cota; Galindo e Smoot (2016, p. 6, tradução nossa) “[n]o final, Einstein se convenceu da existência de ondas gravitacionais, enquanto Nathan Rosen sempre pensou que elas eram apenas uma construção matemática formal sem significado físico real”. Ou seja, até o presente momento - muito antes da primeira detecção das ondas gravitacionais - a existência das mesmas independia das vontades de Einstein, de modo que podemos nos questionar: como seria possível então, que as ondas gravitacionais existissem única e exclusivamente devido à fé de um (ou mais) cientistas? Ainda que não queiramos inferir que mesmo que nenhuma investigação científica houvesse sido realizada acerca das ondas gravitacionais estas seriam detectadas e, conseqüentemente corroboradas pela experiência, não podemos (ou ao menos não devemos)

defender que não existam fenômenos naturais que, embora desconhecidos até então pelas investigações científicas, ocorram independentemente da vontade dos sujeitos; a natureza não se comporta de acordo com a volição dos sujeitos que a investigam.

As discussões acerca das ondas gravitacionais se intensificam a partir de uma conferência entre físicos estudiosos da gravidade realizada em 1957, na cidade estadunidense de Chapel Hill, no estado da Carolina do Norte. Esta conferência deu início à uma tradição de diversas conferências futuramente realizadas nos Estados Unidos a fim de discutir tópicos acerca das investigações da física gravitacional, de modo que a conferência de Chapel Hill fora batizada de “GR1”, (de *General Relativity*) onde predominantemente se discutiu o efeito que um pulso gravitacional teria sobre uma partícula ao passar por ela e como uma onda gravitacional transmitiria energia (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016). Nesta conferência, o problema acerca das ondas gravitacionais foi resolvido por Richard Feynman (1918-1988) com o experimento mental batizado de “argumento das contas pegajosas”⁸ onde Feynman propôs imaginar uma barra onde duas contas (ou miçangas) estivessem dispostas de modo que, ao serem perturbadas por ondas gravitacionais, movimentariam-se, realizando trabalho e produzindo calor por meio de atrito com a barra. O experimento de Feynman, assim como as demais discussões realizadas em Chapel Hill, influenciou outro cientista envolvido com gravitação, o físico estadunidense Joseph Weber (1919-2000), às vezes chamado de Joe Weber: “Weber era engenheiro Universidade de Maryland. Ele ficou fascinado por discussões sobre ondas gravitacionais e decidiu para projetar um dispositivo que pudesse detectá-los” (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016, p. 10, tradução nossa). Weber construiu um aparato experimental que ficou conhecido como “barras de Weber”: cilindros de alumínio maciço que vibrariam com a passagem de ondas gravitacionais.

Vale ressaltar que a importância da conferência em Chapel Hill não reside somente na solução com o experimento mental de Feynman ou como fonte de inspiração para Weber começar a pensar no primeiro protótipo de experimento para detectar ondas gravitacionais, mas sim, de uma forma geral, como um evento que reuniu diversos cientistas preocupados com o tema e que marcaram a história da ciência a partir de seus esforços perante as investigações científicas. Como destaca Janna Levin em seu livro “*A música do universo: ondas gravitacionais e a maior descoberta científica dos últimos cem anos*” os esforços de Weber, ainda que futuramente demonstrados como insuficientes, configuraram historicamente uma

⁸ Do original “*sticky bead argument*”.

parte importante no desenvolvimento experimental das pesquisas envolvendo ondas gravitacionais:

Em 1969, Joe Weber anunciou que tinha realizado um feito experimental tido como impossível. Ele havia detectado evidências de ondas gravitacionais. É de imaginar seu orgulho de ser o primeiro, a gratificação da descoberta, o prazer cru e isento de vergonha da façanha realizada. Praticamente sozinho, com absoluta determinação, Weber concebe a possibilidade um fato. Preenche múltiplos cadernos com anotações, numa extensão de centenas de páginas, com cálculos, projetos e ideias, depois faz do aparato experimental uma coisa real. Constrói uma máquina engenhosa, uma barra de ressonância, uma barra Weber, que vibra em consonância com uma onda gravitacional (LEVIN, 2016, p. 46).

Ainda que o experimento de Weber tenha sido considerado ineficaz logo após este ter afirmado a detecção das ondas gravitacionais, ele não desistira tão facilmente, hesitando em considerar os argumentos contrários ou mesmo as evidências de que o que havia detectado seria proveniente de um sinal espúrio ou de qualquer outro evento que não se caracterizaria como ondas gravitacionais. Como destaca Levin (2016, p. 51): “Weber nunca cedeu, mesmo quando a evidência contra ele se acumulava e a comunidade lhe voltava as costas. Embora ocasionalmente suas alegações de ter detectado diretamente ondas gravitacionais sejam reavaliadas, a evidência tende para a negativa”, de modo que podemos nos questionar se pode soar contraditório que mesmo perante as evidências o cientista continuasse inflexível perante sua pesquisa, sendo que esta peculiaridade do episódio poderia servir de argumento a favor da defesa de “fé na ciência”, certo? Errado! Se a construção teórica e a progressão empírica do programa de pesquisa das ondas gravitacionais dependessem somente da fé dos cientistas, as investigações acerca das ondas gravitacionais teriam encerrado com o insucesso de Weber já na década de 70, e não progredido substancialmente, como veremos adiante. Além disso, considerar que mesmo contrário às evidências, bastaria que Weber tivesse fé de que havia detectado ondas gravitacionais para que esta tivesse sido corroborada trata-se de uma incoerência dentro da própria falácia de que o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana dependeu exclusivamente da fé dos cientistas, visto que, novamente, o problema está no excesso (ou exclusividade) aos fatores subjetivos ignorando os fatores objetivos da investigação científica.

Enquanto discutia-se as possibilidades de formulação e construção de um experimento, já desenvolvendo a idéia de que seria um experimento óptico, outro evento histórico contribuiu para os estudos envolvendo ondas gravitacionais, de modo que depois este evento foi reconhecido como a primeira detecção indireta das ondas gravitacionais. O evento foi a

descoberta do primeiro pulsar binário, em 1974 por Russell Alan Hulse e Joseph Hooton Taylor. A descoberta confirmava uma previsão da Relatividade Geral, que tratava da perda de energia de radiação gravitacional através da decadência do período orbital do pulsar, de modo que, como lembra Levin (2016), este episódio marcou a era dos estudos em relação às ondas gravitacionais:

Hulse e Taylor observaram com muito detalhe, durante vários anos, a órbita de um sistema conhecido nos catálogos como PSR B1913+16. (PSR = pulsar. Os números denotam a ascensão reta, a declinação e as posições angulares, apontando assim a direção no céu.) Eles observaram uma estrela morta compacta, uma estrela de nêutrons, a 21 mil anos-luz de distância, enviar pulsos de rádio para a Terra dezessete vezes por segundo. A estrela de nêutrons é um ímã gigantesco que consegue afunilar radiação num feixe estreito e projetá-lo em varredura à medida que gira, como se fosse um farol. Ou seja, é um pulsar. Medindo cuidadosamente as modulações no pulso, eles deduziram que o pulsar estava numa órbita a 7,75 horas de outra estrela de nêutrons menos conspícua. Isso por isso só já era fenomenal. Então eles observaram que a órbita do pulsar decaía sempre, lentamente, com uma translação completa sendo feita com 76,5 microssegundos a menos a cada ano, e deduziram que a energia devia estar sendo drenada da órbita devido à dissipação (LEVIN, 2016, p. 77).

Ainda assim, os cientistas envolvidos com os estudos em relação às ondas gravitacionais não possuíam um dispositivo que captasse o sinal de uma onda gravitacional ao esta passar pela Terra, de modo que ainda que a descoberta do pulsar de Hulse-Taylor tenha sido uma evidência a favor da existência das ondas gravitacionais, fora considerada uma detecção indireta por ainda não ter sido possível detectar efetivamente uma onda gravitacional com seu sinal “limpo” passando através dos detectores de um experimento que, a partir deste momento, tudo contribuía para que fosse um experimento óptico.

Destarte, possivelmente cabe a nós nos questionarmos a respeito de aparente incredulidade dos cientistas envolvidos com os estudos gravitacionais pois, se estavam buscando uma evidência da existência das ondas gravitacionais e encontram uma que se encaixa perfeitamente às previsões do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, isso não seria suficiente? Aparentemente, não, pois esta lógica de pensamento só seria válida no concernente às ciências da natureza se buscássemos, a cada nova descoberta, que esta atuasse como epílogo e não como prólogo de novos estudos. No entanto, não devemos confundir esta lógica com a idéia de que então “nunca será possível conhecer” ou a de que “nunca temos evidências suficientes para sustentar nossos argumentos e hipóteses. Possivelmente, poderíamos pensar na busca pela verossimilhança e não estritamente em “tocar a verdade”, pois caso contrário estaríamos assumindo que não “tocamos a verdade com a descoberta dos pulsares mas tocamos em 2016 com a detecção direta das ondas gravitacionais”, o que seria retornar ao problema de

“procurar os fins” ou cair em epilogismo. Ou seja, não deveríamos buscar cessar os processos de investigação ao sinal das primeiras evidências, aceitando-as sem analisá-las criticamente e confrontá-las. É nessa perspectiva que desenvolvemos ciência, não aceitando sem questionar ou buscando a todo tempo que os “fins justifiquem os meios” de forma supostamente arbitrária e peremptória.

Ainda que não necessariamente os esforços realizados por três físicos antes do final da década de setenta tenham sido exclusivamente inspirados pelo fracasso de Weber ou pelo sucesso de Hulse e Taylor com as ondas gravitacionais, esses eventos certamente contribuíram para que estes buscassem desenvolver outros protótipos de experimentos capazes de detectá-las. Os três físicos - alcunhados por Levin (2016) de *Troika*⁹ - Kip Thorne, Ronal Drever (Ron) e Reiner Weiss (Rai) provavelmente não começaram a investigar a natureza da gravidade e as ondas gravitacionais somente depois dos estudos de Weber, porém juntos, encontraram possibilidades de construir um experimento capaz de detectá-las. O maior desafio, além do financiamento, visto que um experimento para tal finalidade não seria muito barato, seria o de construir um experimento sensível o suficiente para detectar ondas gravitacionais, conferindo o maior grau de certeza (ou verossimilitude) possível de que na detecção tratariam-se delas e de nenhum outro sinal “poluído” por qualquer tipo de interferência. Nessas e em outras adversidades, o protótipo que deu origem ao LIGO nascia.

A *Troika* se desfez nos anos seguintes, por diversos motivos porém, principalmente às desavenças entre Weiss e Drever. Thorne e Weiss seguiram desenvolvendo as investigações, lidando com problemas que envolviam, além do financiamento, protótipos de um aparato experimental que possibilitaria a detecção das ondas gravitacionais. Ainda no final da década de setenta, Weiss desenvolve um estudo exploratório que permitiu pensar na possibilidade de um interferômetro similar ao interferômetro de Michelson, para detectar as ondas gravitacionais. Com este estudo, Weiss escreve um documento com sua proposta e o submete à NSF (*National Science Foundation*), enfatizando que, para uma investigação minuciosa, o interferômetro deveria ser de escala quilométrica (THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, 2017).

Após a aprovação da NSF para o financiamento do desenvolvimento do aparato experimental, com a *Troika* desfalcada, o planejamento e os protótipos para o LIGO continuaram pela década de oitenta, com Weiss e Thorne, principalmente. No documento

⁹ Que vem do russo e significa “conjunto de três pessoas, trio”.

apresentado pela *Royal Swedish Academy of Sciences* em três outubro de 2017, no anúncio do Nobel de Física do mesmo ano, é destacada a importância de outro cientista que, logo após o desenvolvimento desses protótipos, já na década de noventa, se junta a Weiss e Thorne dando desenvolvimento ao LIGO da atualidade:

Os interferômetros LIGO, reduzidos para 4 km, seriam construídos em locais em lados opostos do continente americano - em Hanford, perto de Richland no estado de Washington, e em Livingston, Louisiana - a uma distância de cerca de 3000 km. Para garantir a transição bem-sucedida de uma atividade protótipo para um empreendimento realista de “grande ciência”, a Caltech, em consulta com a NSF, indicou Barry Barish, que tinha experiência em liderança em grandes projetos de física de partículas, como diretor do LIGO a partir de 1994 (THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, 2017, p. 8, tradução nossa).

De modo que Barish, laureado com o Nobel de Física juntamente a Weiss e Thorne em 2017, contribuiu principalmente para o desenvolvimento do LIGO como um projeto avançado de construção do que vinha sendo discutido como protótipo há quase duas décadas, sendo um dos responsáveis por levar o LIGO de um projeto entre o MIT e o CALTECH para uma colaboração internacional em busca da detecção das ondas gravitacionais (THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, 2017).

A partir da colaboração de Barish, o LIGO enquanto projeto internacional avançou durante os próximos anos, estabelecendo diversas parcerias, dentre elas, uma das mais promissoras com a Itália e a França através do detector denominado *Virgo*. Como destaca Abbott *et al* (2016, p. 2), sobre as parcerias estabelecidas pelo LIGO: “As combinações desses detectores fizeram observações conjuntas de 2002 a 2011, estabelecendo limites máximos para uma variedade de fontes de ondas gravitacionais enquanto evoluíam para uma rede global”, ou seja, nos anos que sucederam à entrada de Barish ao projeto, o LIGO expandiu enquanto projeto global em busca da detecção, realizando as devidas atualizações e reformulações, porém ainda tendo como lastro principal de investigação a proposta de Weiss desenvolvida em 1972, por meio de interferometria a laser, aportadas ainda pela previsão das ondas gravitacionais realizadas no âmbito do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, propostas em 2016.

Nesta perspectiva, cabe destacar que, tanto as organizações da comunidade envolvida com a pesquisa (que se reconfiguram e expandem) dependem de fatores de ordem social, quanto a base teórica que orienta tais organizações (e que, neste caso, fora proposta um século antes), são não somente importantes, mas *constituintes* do desenvolvimento do programa de pesquisa como um todo. Nesse sentido, poderíamos entender tais processos de reconfiguração e expansão

presentes no LIGO como processos heurísticos que, considerando constituintes do amplo espectro do programa de pesquisa tanto os fatores subjetivos como objetivos, através da heurística positiva, orienta os cientistas a modificar, se necessário, o cinturão protetor, mantendo firme o núcleo do programa, de modo que este desenvolve-se durante o processo, mas não se torna estático após a detecção das ondas gravitacionais; o programa não *passa a ser* progressivo após a detecção, ele *continua* progredindo.

A partir da década de dois mil, o que poderíamos chamar de *Nova Troika*, composta por Weiss, Thorne e Barish, prosseguem aprimorando e expandindo o projeto LIGO até a detecção das ondas gravitacionais, que ocorrem em 2015, porém somente são divulgadas em 2016, de modo que o LIGO continua expandindo para novas pesquisas envolvendo ondas gravitacionais e o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana. Nessa perspectiva, o que mais chama a atenção, dentro de nossas intenções de investigação, na defesa de que a detecção das ondas gravitacionais não depende (ou não deveria depender) somente de suposta “fé na ciência” que esperaria avidamente pela detecção como *única* forma de corroboração, como um “encerramento”, é de que: se tratássemos deste episódio somente por essa suposta fé, a detecção em 2015 seria suficiente *per si*, e deveria ter sido divulgada prontamente, por tratar-se, supostamente de uma “constatação óbvia”, não? Possivelmente não; ao menos essa hesitação na divulgação dos resultados da detecção em 2015 pode fazer-nos pensar na possibilidade desta ter uma “raiz” que deixaria a concepção da “fé na ciência” um tanto sensível:

No domingo, dia 13 de setembro, a equipe do LIGO realizou uma bateria de testes de última hora. “Nós gritamos, nós vibramos com os shakers, nós tocamos nas coisas, nós introduzimos a radiação magnética, fizemos todos os tipos de coisas”, disse um dos membros do LIGO. “E, claro, tudo estava demorando mais do que deveria”. Às quatro da manhã, com um teste ainda a ser feito - uma simulação de um motorista de caminhão acertando os freios nas proximidades - paramos para passar a noite. Fomos para casa, deixando o instrumento para coletar dados em paz e tranquilidade. O sinal chegou pouco depois, às 4h50, hora local, passando pelos dois detectores em sete milissegundos um do outro. Foram quatro dias antes do início da primeira corrida oficial do LIGO Avançado. Ainda era durante o tempo destinado a testes de engenharia, mas a natureza não esperava (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016, p. 24, tradução nossa).

De modo que, assim como já discutido nesta seção, mais uma vez, poderíamos pensar na possibilidade de que a detecção das ondas gravitacionais não seria o *epílogo* da história dos processos sociais de construção deste episódio, mas sim, um *prólogo*.

Outras formas de compreender a detecção das ondas gravitacionais, com suas devidas possibilidades e limitações assim como a que aqui propomos, possivelmente, também

conseguiria discutir essas e outras questões acerca deste episódio. Entretanto, defendemos a interpretação da detecção como o reforço heurístico de um programa de pesquisa já progressivo e entendendo o episódio como *prólogo* e não *epílogo*, justamente por buscar afastarmos-nos de uma concepção que atribuisse validade unicamente ao conhecimento quando este fosse corroborado pela experiência, ou seja, uma concepção excessivamente verificacionista. A experiência tem sim papel importantíssimo nos processos de conjecturas e refutações e para corroborar aspectos do programa de pesquisa, mas não seria ela *exclusivamente* ou *isoladamente* suficiente para tornar o programa de pesquisa da gravitação einsteiniana progressivo.

Além disso, mais um reforço da interpretação deste episódio como epílogo, pode ser encontrado no que destaca Kip Thorne (um dos laureados com o Nobel de Física de 2017 com a detecção das ondas gravitacionais), num texto elaborado em 2002 intitulado *Spacetime warps and the quantum world: speculations about the future*, onde faz dez especulações acerca da pesquisa em gravitação, principalmente com ondas gravitacionais:

Então você tem eles. Dez especulações e previsões sobre o futuro. Todos os dez serão provados ou desmentidos muito antes da minha próxima grande festa de aniversário, daqui a 60 anos. A pesquisa que os investiga mudará radicalmente nosso ponto de vista sobre as distorções do espaço-tempo e o mundo quântico (THORNE, 2002, p. 152, tradução nossa).

De modo que podemos pensar que, a detecção das ondas gravitacionais contribui para o início de uma nova era da pesquisa em gravitação, da astrofísica como um todo: passamos anos “nos comunicando” com o universo por ondas eletromagnéticas, possivelmente poderemos, nos próximos anos, “nos comunicarmos” através de ondas gravitacionais.

Ainda nesta perspectiva, pode ser importante discutir a capacidade preditiva das conjecturas desenvolvidas no âmbito, no nosso caso específico, das ciências da natureza. Não buscamos que inferir aqui que as ciências que lidam com outros objetos de estudo não possuem capacidade preditiva, entretanto, cabe destacar que, no episódio da detecção das ondas gravitacionais, a predição foi feita um século antes - ainda que isso talvez não se trate somente de questões estéticas - o destaque pode ser válido:

Albert Einstein originalmente previu a existência de ondas gravitacionais em 1916, com base em Relatividade Geral, mas escreveu que era improvável que alguém encontrasse um sistema cujo comportamento seria mensurável influenciado por ondas gravitacionais. Ele estava apontando que o um sistema estelar binário típico levaria tão pouca energia que jamais perceberíamos que o sistema havia mudado - e isso é verdade [...] Isso resolve claramente o argumento sobre se as ondas gravitacionais

realmente existem; Um grande argumento inicial era sobre se eles carregavam alguma energia. Eles fazem! Isso foi provado com força e clareza (CERVANTES-COTA; GALINDO; SMOOT, 2016, p. 26, tradução nossa).

Ainda que, dentro da perspectiva epistemológica que estamos abordando, possamos discutir o “provado com força e clareza”, o que queremos destacar aqui é que, não é devido ao fato de o programa de pesquisa da gravitação einsteiniano ter feito previsões que foram corroboradas *também* pela experiência empírica através da detecção das ondas gravitacionais, não deveríamos compreender que a conjectura *passa a ter validade* quando as ondas são detectadas. Aqui possivelmente reside o reforço heurístico que propomos como interpretação: a previsão da existência das ondas gravitacionais feita em 1916 e a discussão na conferência de Chapel Hill na década de cinquenta sobre se elas transportariam energia, como “consequências naturais da conjectura” são sim corroboradas pela experiência mas são orientadas por uma *heurística positiva*, que permite que, durante um século de desenvolvimento científico, compreender os processos históricos nele desenvolvidos não se tratam de uma sucessão de erros e acertos até que chegamos “à verdade”, mas sim que essa corroboração, interpretada como reforço heurístico do programa de pesquisa da gravitação einsteiniana, contribui para que este continue progressivo.

No concernente às discussões epistemológicas - e em alguma medida, ontológicas - pelas quais nos fundamentamos, aliados às intenções de investigação que possuímos e aportados pela tentativa de historicização dos processos sociais e históricos de construção de conhecimento científico que nesta seção expomos, defendemos que continuar compreendendo a detecção das ondas gravitacionais como uma questão dependente de “fé na ciência”, “fé na Relatividade Geral” ou ainda, “fé em Einstein” configura-se como questão de *apologética*.

3 A TEORIA DA ATIVIDADE CULTURAL-HISTÓRICA COMO UM REFERENCIAL.

*“I am he
As you are he
As you are me
And we are all together”
(I Am The Warlus, The Beatles)*

Neste capítulo buscaremos realizar as discussões que irão erigir o aporte teórico-metodológico da pesquisa que propomos, de modo que trataremos, de uma forma breve e geral, das bases teóricas e dos possíveis caminhos que percorreremos para buscar, dentre outros objetivos, responder nosso problema de pesquisa. Ressalta-se, entretanto, que tentaremos não nos restringir neste capítulo somente à propostas teóricas e metodológicas que servirão para responder tal problema, visto que defendemos que, no âmbito da educação, principalmente, a discussão teórica preocupada (e no nosso caso específico, visando) a problemática da pesquisa, pode trazer contribuições frutíferas para (re)pensar a pesquisa na área, e efetivamente detalhar um processo que possa servir, almejamos, de estímulo para pesquisas futuras.

Desta forma, estudaremos e iremos expor essas bases teóricas e possíveis caminhos considerando como referencial estudos envolvendo a concepção dialética do desenvolvimento humano, mais especificamente aqueles no âmbito da **Teoria da Atividade Cultural-Histórica**. De uma forma geral, as discussões a respeito deste referencial nos auxiliarão tanto a pensar o desenvolvimento humano numa perspectiva que busque superar a concepção estritamente individualista deste desenvolvimento, bem como os processos históricos de constituição e desenvolvimento das atividades humanas e as formas pelas quais sustentam significados.

Desta forma, este capítulo encontra-se organizado de modo a situar uma analogia (seção 3.1) para inserirmos uma breve discussão a respeito da Teoria da Atividade Cultural-Histórica no contexto do desenvolvimento humano, de modo que as próximas seções discutirão: a atividade humana colaborativa como fundante da realidade humana (seção 3.2); a linguagem numa perspectiva dialética do desenvolvimento humano (seção 3.3) e a agência e transformação social (seção 3.3).

3.10 MONOLITO DE KUBRICK E O ALVORECER DO SER HUMANO.

Começemos então, pela nossa (tentativa) de analogia. Talvez um dos filmes mais icônicos produzidos pelo cinema ocidental seja o clássico de 1968 *“2001: A Space Odissey”*

do cineasta estadunidense Stanley Kubrick (1928-1999), produzido, dirigido por este e co-escrito com Arthur C. Clarke (1917-2008) escritor e inventor britânico que inspirou Kubrick a realizar o filme a partir de um conto que escreveu ainda nos anos cinquenta, intitulado “The Sentinel”. O título de clássico que acompanha o filme, possivelmente lhe é atribuído tanto pelos efeitos visuais e técnicas de filmagem que causam imersão - uma das marcas registradas de Kubrick - quanto pelo desconcerto imagético que algumas de suas cenas causam, visto que este carrega uma série destas cenas potencialmente chocantes. Uma delas em especial, conhecida posteriormente como “o monolito de Kubrick”, constitui a principal inspiração para uma analogia que tentaremos aqui, a fim de apresentar, ainda que de forma breve, algumas das discussões que pretendemos neste capítulo.

A cena do monolito, tendo parte dela apresentada logo abaixo, promove, até hoje, diversas discussões a respeito da mensagem que se propõe a provocar. Nesse sentido, configura-se, de forma polissêmica, como um material que suscita discussões, ainda que, da forma como pretendemos contextualizar neste capítulo, possa ser incoerente advogar que a cena (ou qualquer outro artefato) possua *em si* ou *per si* a qualidade de suscitar discussões - em outras palavras, ela não pode estar *descolada* dos possíveis contextos em que pode ser analisada e discutida, isolada de elementos culturais, sociais, e históricos dos sujeitos que se propõe a analisá-la e discuti-la. Uma vez indicado o contexto da cena como material para discussões, eis o monolito de Kubrick:

Figura 3 - O monolito de Kubrick e os primatas¹⁰.

Antes de discutirmos brevemente quais foram as principais intenções de Kubrick com essa cena e, efetivamente tentar relacionar essa discussão com nossas intenções neste capítulo, faremos uma breve descrição da cena. Nesta, somos apresentados a um nascer do sol acompanhado da frase *The Dawn Of Man* (O Alvorecer do Homem) e, à medida que o sol nasce vemos a região montanhosa onde a cena se constrói, destacando alguns ossos de animais no solo e primatas sentados se alimentando próximo ao que parecem ser tapires (espécie de anta). O anoitecer chega encerrando aquele dia, de modo que um “novo amanhecer” começa com um dos primatas ficando agitado ao perceber o monolito no solo em meio às rochas. Em um tom que aparenta misturar curiosidade e confusão, os primatas aproximam-se do monolito e começam a pular ao seu redor, sendo que alguns mais corajosos correm na direção do monolito, tocam-no rapidamente e recuam, como se o monumento fosse atacar em resposta. Após praticamente todos os primatas se aproximarem e tocarem o monolito, a cena nos dirige para uma visão superior, onde vemos pelo topo do monolito, o nascer do sol, de aparentemente um “novo sol”; do alvorecer do ser humano. Após esse contato, vemos um dos primatas aproximar-se dos ossos que antes fomos apresentados e começa a manuseá-los, golpeando os ossos de um crânio de outro animal, em alusão a um suposto domínio da caça. A cena seguinte mostra os primatas se alimentando de carne, o que confirma a suposição, e avança para o fim da cena com um dos primatas matando o outro, enquanto os outros, alvoroçados, urram em apoio.

¹⁰Fonte: <https://www.zinzin.com/observations/2014/reflections-on-the-monolith-kubrick-mccracken-zeppelin-nothing/>

Nessa perspectiva, cabem diversos questionamentos e, muito provavelmente, não esgotaremos estes aqui, tentaremos apenas levantar alguns pontos para fundamentar a discussão que propomos. Desta forma, poderíamos nos questionar: seria o monolito *per si* que marcaria essa transição, digamos, dos “primatas iniciais” para os “primatas caçadores” ou a interação destes primatas com o monolito, primeiro de forma individual e depois no coletivo, que seria um dos elementos constituintes dessa transição? Poderíamos extrapolar os limites da discussão deste capítulo, se pensássemos, por exemplo: em âmbito escolar, estamos promovendo uma educação que promove a interação dos estudantes com o que estamos pretendendo ensinar ou simplesmente colocamos um artefato (objeto de estudo, tema, conceito, conteúdo ou assunto de discussão) em sala de aula, totalmente desvinculado do contexto dos estudantes, e acreditamos que o artefato *per si* promoverá a transformação daquela realidade? Em outras palavras, estamos educando buscando transformar a realidade dos estudantes e conseqüentemente a dos docentes e dos demais membros de uma comunidade ou estamos tentando promover a idéia de um desenvolvimento individualizado, como “primatas fora do bando”?

O monolito é simplesmente colocado no contexto do convívio dos primatas, entretanto, não é o fato de estar ali que promove a mudança nestes, pois este se dá somente com a aproximação coletiva e interação com o monolito, não pela mera constatação deste como algo que antes não se fazia presente e agora mudará todo o contexto; é difícil afirmar, após assistir a cena, que o alvorecer do ser humano proposto por Kubrick queira demarcar o despertar da consciência individual, descolada do convívio entre aquele grupo, da coletividade. Pelo contrário, a cena pode nos fazer pensar a respeito do despertar dessa consciência coletiva, a partir da interação social que fundamenta a prática transformadora da realidade.

Uma vez iniciado tal relação, antes ainda de estreitá-la para as intenções deste capítulo, considerando ainda que não é exatamente o que o diretor da cena quis com ela que ela realmente promove, visto que não este não teria esse controle absoluto da significação da mesma principalmente dado seu caráter polissêmico, podemos nos questionar: mas o que Kubrick quis, enfim, promover com essa cena específica? Dentre diversos aspectos, em uma entrevista à revista *Playboy* em 1968, Kubrick destacou:

Tentei criar um experiência visual que ultrapassasse a comunicação verbal e penetrasse diretamente no subconsciente, com um conteúdo emocional e filosófico. Quis que o filme fosse uma experiência intensamente objetiva que atingisse o espectador, a um nível profundo de sensibilidade como faz a música¹¹

¹¹ Trechos da entrevista traduzida para o português podem ser conferidos em <http://textosparareflexao.blogspot.com/2009/05/2001-kubrick-e-o-monolito.html>

Ainda que, na mesma entrevista, na sequência, Kubrick tenha frisado “[v]ocês são livres para especular sobre o significado filosófico e cultural do filme. Não quero estabelecer um mapa verbal que todos sejam obrigados a seguir. A intenção é provocar no espectador uma reação que precisa – e não deve – ser explicada”¹², podemos pensar a respeito do que ele sinaliza ao dizer, principalmente, “uma experiência que ultrapassasse a comunicação verbal” estaria Kubrick, ainda que indiretamente, abordando um possível entendimento da formação da consciência humana? Seria possível, se alinharmos essa suposição com o que discutimos brevemente acima a respeito do despertar da consciência coletiva e de como provavelmente o monolito não representa *per si* a transição dos “primatas iniciais” para os “primatas caçadores”, discutir que a tal transição não faça sentido isolada da atividade coletiva destes primatas?

Nesta perspectiva, inserimos a proposta de pensar nossa pesquisa, dentre outras influências, sob a óptica da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, de modo que esta nos auxilie, principalmente a pensar no desenvolvimento humano e provocar-nos a respeito do desenvolvimento das possibilidades concretas de emancipação humana por meio da educação científica. Realizaremos as discussões envolvendo alguns aspectos da Teoria da Atividade Cultural-Histórica na seção seguinte.

3.2 ESTRUTURA DA ATIVIDADE: PRÁXIS COMO FUNDANTE DA REALIDADE HUMANA.

Ainda que definir o que é Teoria da Atividade Cultural-Histórica seja tarefa árdua, ou até pouco útil para nossos propósitos, apresentaremos-na aqui não de maneira a configurá-la como um referencial teórico-metodológico que remete a somente um nome, ou grupo isolado de intelectuais. Apesar de as bases deste referencial serem fundadas no contexto da psicologia soviética, é a partir de trabalhos como os de Vygotsky (1896-1934), Leontiev (1903-1979), Arievitch, Stetsenko e Engeström que tais bases formam os lastros dos estudos relacionados à atividade humana, buscando contemplar os processos de formação da consciência e da mente, do desenvolvimento humano objetivando, dentre outras perspectivas, compreender os complexos processos históricos de transformação social. Nesse sentido, como destacam Sannino & Engeström (2018), faz sentido pensar no desenvolvimento da Teoria da Atividade

¹² Ibid

como em gerações de pesquisa, ou algo semelhante à escolas, mas não como o feito de somente um pesquisador.

Desta forma, o que chamaremos aqui de Teoria da Atividade Cultural-Histórica tratará do desenvolvimento humano entendendo a práxis como principal agente transformador da realidade humana. Nossa intenção apresentando essa perspectiva, dentre outras, é discutir a atividade humana coletiva como fundante dos complexos processos de produção de significados - ou de compreender de que maneira atividades que emergem sustentam certos significados - com o intuito de relacionar, ainda, essa produção de significados através da linguagem, ou através do desenvolvimento de atividades específicas no contexto de formação de professores de ciências da natureza e matemática onde a linguagem, como discutiremos adiante, deve ser compreendida para além de simplesmente um conjunto de símbolos e sons.

Nesse sentido, considerar a práxis como fundante da realidade humana, “e, conseqüentemente, do complexo social que origina a Ciência, nos traz, antes de mais nada, a tarefa de olhar esta problemática sob uma perspectiva histórica (genética)” (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 111). Apresentado isto, cabe salientar, portanto, que nesta seção não buscaremos encontrar uma definição para a Teoria da Atividade Cultural-Histórica, mas sim discutir a potência dos seus pressupostos para pensar - e agir - no desenvolvimento humano.

Neste sentido, que se afirmamos que, na perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica compreende-se a práxis como fundante da realidade humana, devemos brevemente explorar essa perspectiva. Desta forma, Camillo (2011) destaca que, ao utilizar o termo práxis:

[...] nos referimos ao processo de conhecer-produzir o mundo por meio do contínuo movimento de redução do concreto sensório (inicial, primitivo) ao abstrato e a posterior (não em sentido causal, nem temporal, mas dialético) ascensão ao concreto real, no qual toda a complexidade e todas as contradições se fazem presentes” (CAMILLO, 2011, p. 108).

Sendo que consideramos, na possibilidade de pensar a práxis como fundante da realidade humana, principalmente, uma forma de compreender os processos pelos quais o ser humano “torna-se membro do gênero humano, ou seja, quando deixa de ser uma espécie e passa a ser capaz de agir conscientemente sobre o mundo e sobre si mesmo” (CAMILLO, 2011, p. 21). Em outras palavras, pensar na práxis como lastro desses complexos processos - arriscamos, de *transição* - do ser humano para membro do gênero humano, constituído na sua interação com o meio que o cerca e com o coletivo que nesse meio coabita, é pensar os diversos processos de significação humana como não sendo concebidos isolados da atividade humana.

Torna-se interessante destacar, que a Teoria da Atividade Cultural-Histórica ao defender a práxis como fundante da realidade humana e que os processos de significação não fazem sentido “descolados” desta atividade, não advoga que essa realidade humana exista somente nos processos psíquicos individuais, na mente daqueles que “apreendem significados”. A perspectiva é justamente o contrário: defender a concepção de que a atividade humana se constitui no coletivo e que os processos de significação, ainda que em estágio inicial possam se dar de forma individual, adquirem consistência de produção de sentidos, sustentam certos significados, nas relações que os seres humanos estabelecem coletivamente, que é uma das contribuições desse referencial. Em outras palavras, se retomarmos à nossa analogia do monolito de Kubrick, não faz sentido interpretar que o monolito *per se* marcaria a transição, diríamos a transformação inicial ou complexificação, dos “primatas iniciais” aos “primatas caçadores”, pois é justamente na interação destes primatas com o monolito e consigo mesmos, estabelecendo a atividade que se consolida na coletividade, que os processos de significação fazem sentido.

Ainda na perspectiva de enfatizar a importância da interação social e dos processos coletivos de formação humana, discutindo a relação entre as bases da psicologia soviética de Vigotski (ou a primeira geração da teoria da atividade, como veremos adiante) e a filosofia marxista, Duarte (2004, p. 53) destaca tal importância ao questionar “[o] que dá sentido à atividade desse indivíduo, ou seja, o que conecta sua ação com o motivo dessa ação? A resposta é: as relações sociais existentes entre ele e o restante do grupo ou, em outras palavras, o conjunto da atividade social”. Deste modo, a Teoria da Atividade pode contribuir para desenvolver possibilidades concretas de realizar a prática educativa de formas menos dicotômicas, de modo a compreender que “todo conjunto teórico, em maior ou menor grau, é expressão de alguma realidade, que é validada pela própria prática, no sentido de que dela emerge e nela provoca transformações concretas e dela não se desvincula” (CAMILLO, 2015, p. 65). Nessa perspectiva, sob a óptica da Teoria da Atividade, podemos buscar desenvolver atividades que sustentem significados que façam mais sentido para os sujeitos, diminuindo o abismo que normalmente encontra-se entre as ações e seus motivos, operando na totalidade que constitui a vida destes sujeitos, nunca separando-os do contexto social em que existem.

Ainda que nesses processos de interação podemos tender a análises puramente unitárias ou individualistas, assim como no exemplo do monolito, poderíamos advogar pela defesa de que um dos primatas aproxima-se do monolito, toca-o, passa supostamente de forma individual pelos processos de sustentação de significados e depois consegue manusear o osso do animal

como uma espécie de ferramenta, caçar outros animais e de sua carne se alimentar. Tentando não esbarrar na incoerência de que o leitor da dissertação neste momento não está diante de toda cena que Kubrick apresenta o monolito e os primatas - e dessa forma é obrigado a confiar na descrição que realizamos no início deste capítulo - essa é a análise que normalmente fazemos, considerando o desenvolvimento humano de maneira puramente individual, como unidades isoladas de significação e formação da consciência. Ou seja, pensar a formação do ser humano, ou mesmo o processo de transição que propomos ao tratar a analogia com o monolito, encontra mais limites do que possibilidades se interpretado de pontos de vista univocamente individuais, pois esta interpretação incorreria em desconsiderar os constituintes deste ser humano em sua relação com os outros, com o mundo; com o coletivo de sujeitos que, juntos, coabitam este mundo. Mesmo que estes processos possam acontecer nos desenvolvimentos psíquicos individuais, é no coletivo que a consciência é consolidada, principalmente devido a esses processos psíquicos não acontecerem paralelamente à ação coletiva, mas ocorrerem de forma integralmente relacionada com ela, formarem e serem formados por ela. O desenvolvimento humano, na óptica da Teoria da Atividade é, portanto, muito mais dialético do que essencialista, como se existisse um “reino mental” isolado onde o todo faça sentido e, separadamente, um corpo que executa ações que este “reino mental” supostamente ordenaria, de modo que “[a] mente está em ações e atividades nas quais os humanos se envolvem com o mundo, por meio de artefatos culturais, como sinais e ferramentas” (SANNINO; ENGSTRÖM, 2018, p. 44, tradução nossa). Nesse sentido, podemos discutir “a mente entendida como se realizando plenamente na ação, abolindo assim as lacunas entre a subjetividade humana e a realidade e entre o ator e o mundo” (SAWYER; STETSENKO, 2018, p. 3, tradução nossa). Em outras palavras: a mente é parte dinâmica, viva, e integrante ativa das atividades humanas!

Direcionar o olhar para o desenvolvimento humano através das lentes da Teoria da Atividade permite compreender a atividade humana como um sistema complexo, muito mais relacional, dialético, do que essencialmente idealizado, seguindo padrões sempre idênticos e estáticos. Uma das maiores dificuldades, no entanto, em realizar discussões nessa perspectiva, é de que perspectivas dicotômicas sempre encontram-se presentes:

Não é incomum encontrar narrativas (ou visões de mundo) em que tudo o que existe é dividido em diferentes (ou mesmo opostos) reinos. Exemplos disso são a separação entre o divino e o humano em muitas religiões; entre os reinos sublunar (efêmero) e supralunar (essencial) na ontologia aristotélica; entre o humano e o natural (e sujeito e objeto) na ciência moderna (CAMILLO, 2019, p. 93, tradução nossa).

Ou seja, dicotomizar a atividade humana procurando criar outros abismos entre elementos constituintes de sua existência pode tornar-se uma perspectiva perniciosa, equivocada de (tentar) compreender os complexos processos sociais e históricos de desenvolvimento humano. Tanto os sujeitos quanto os objetos constituem-se como elementos ativos da atividade, não somente passivos, fixados e compreendidos a partir de uma essência - ou uma ontologia - estática, nada relacional. Pelo contrário, na perspectiva da Teoria da Atividade, “objeto é tanto a matéria-prima resistente quanto os objetivos de uma atividade orientados para o futuro. O objeto é o verdadeiro portador do motivo da atividade” (ENGESTRÖM, 2011, p. 76, tradução nossa). Desta forma, a atividade pode ser compreendida como complexa, no sentido que possui diversos elementos que estabelecem-na e que tal complexificação se dá ao longo do tempo, desenvolvendo-se historicamente, de modo que a atividade não pode ser compreendida em sua totalidade se estes elementos forem analisados individualmente, apartados do seu contexto (STETSENKO; ARIEVITCH, 2004; ARIEVITCH; STETSENKO, 2014; CAMILLO, 2015; CAMILLO; MATTOS, 2019). Para melhor ilustrar esta compreensão da atividade de forma complexa (enquanto composta de diversos elementos, ações e operações), utilizaremos a seguir o “exemplo da caça” de Leontiev.

Leontiev (2004) introduz esse exemplo a fim de discutir a formação da consciência humana, tratando das formas como o trabalho constitui-se como uma ação humana sobre a natureza, essencialmente social e que se complexifica ao longo do tempo, sendo que dentre as principais relações que os sujeitos estabelecem, uma delas é a de mediatizar a comunicação. O ato de comunicar-se, de dividir tarefas visando chegar ao motivo da atividade, deixa de ser compreendido de forma linearizada, isolada, univocal; a atividade humana possui várias vozes, várias ações e operações. Desta forma, o exemplo da caça de Leontiev (2004), exemplifica uma situação onde um grupo se divide a fim de abater um animal e de sua carne se alimentar. Um membro desse coletivo, será responsável por espantar o animal, enquanto outro irá abatê-lo, outro descarná-lo e um outro ainda, manter o fogo aceso para assá-lo para que todos então possam consumi-lo. Se olharmos somente para uma destas ações isoladamente e tentarmos conectá-la ao motivo da atividade, esta fará pouco sentido. Por exemplo, se analisarmos unicamente para a operação de abater o animal e o motivo de saciar a fome, estes não fazem sentido, de modo que o “sentido de sua ação transcende o indivíduo e repousa sobre as complexas relações que se estabelecem entre os envolvidos na atividade” (CAMILLO;

MATTOS, 2014, p. 216). Este exemplo nos serve, ainda, para pensar uma estruturação da atividade a partir de **ações e operações**:

Pode-se, por exemplo, assustar a caça e orientá-la na direção de outros caçadores que estão à espreita. É propriamente isso que deve ser o resultado da atividade do caçador. Ele pára aí; os outros caçadores fazem o resto. É evidente que este resultado (assustar a caça) **não acarreta por si mesmo** e não poderia acarretar a satisfação da necessidade de alimento, de vestuário, etc., que o batedor sente. Assim, aquilo para que estão orientados os seus processos de atividade não coincide com o seu motivo; os dois são separados. Chamaremos **ações** aos processos em que o objeto e o motivo não coincidem, podemos dizer, por exemplo, que a caçada é a atividade do batedor, e o fato de levantar a caça é sua ação (LEONTIEV, 2004, p. 82, grifos nossos).

Pensando ainda na nossa analogia, a ação que os primatas realizam de tocar o monolito não poderia acarretar por si mesma a satisfação da necessidade de alimentar-se, por meio da caça, realizada pelo aprendizado do manuseio de um instrumento, como um osso, pois olhando somente para esta ação, considerando somente ela, esta não explica a totalidade da atividade, não conecta tal ação a seu motivo. Nesse sentido, ainda, as “operações (relacionadas às condições instrumentais), quando coordenadas, geram ações (com fins específicos) e estas, quando coordenadas, compõem a atividade (com seu motivo)” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 217).

Todas estas perspectivas que envolvem a Teoria da Atividade, dentro de suas especificidades, abarcam contribuições potentes para compreender o desenvolvimento humano numa perspectiva histórica, compreendendo que é nesse processo histórico que a atividade se complexifica, ao longo do tempo. Tratando deste olhar histórico, Engeström (2001) considera que a Teoria da Atividade Cultural-Histórica pode ser compreendida em três gerações: os trabalhos desenvolvidos por Vigotski e seus colaboradores como a primeira, onde dentre várias contribuições, desenvolve-se a idéia de mediação; a segunda, com Leontiev, com discussões centradas nas ações individuais como parte de uma atividade coletiva e a terceira geração como sendo a do próprio Engeström, discutindo o que ele chama de aprendizagem expansiva e situando atividades inseridas em sistemas de atividades em interação. Ainda que não seja nosso interesse nesse momento criar nomenclaturas tampouco dividir a Teoria da Atividade Cultural-Histórica em rótulos específicos, discutiremos, na sequência, alguns princípios que estão conectados com o que já apresentamos e, assim como demais discussões aqui delineadas, relacionados com o desenvolvimento da pesquisa como um todo.

Ainda que Engeström (2014) não busque encontrar uma definição fixa para *aprendizagem expansiva*, ele apresenta, em uma das obras centrais de seu programa de

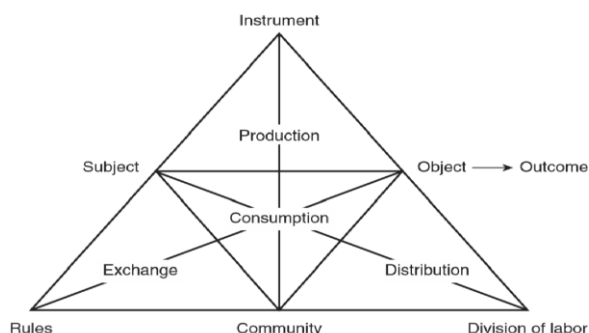
pesquisa, *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to development research*¹³, as principais características desta, de modo a destacar que “foi feito um esforço para modelar o sistema de atividade humana e superar a oposição dualista entre produção e comunicação” (ENGESTRÖM, 2014, p. XV, tradução nossa). Cabe destacar, que Engeström refere-se a “modelar” no sentido que desenvolve um modelo gráfico que ajuda a exemplificar algumas discussões e significados sustentados por seu programa de pesquisa, não no sentido de oferecer um único e estático entendimento para o desenvolvimento humano. Este modelo gráfico, que apresentaremos adiante nesta seção, trata-se uma reformulação com modificações do modelo triangular tradicional da atividade humana desenvolvido por Vigotski.

Antes de apresentar graficamente o modelo desenvolvido por Engeström, destacamos que o programa de pesquisa que ele desenvolve com seus colaboradores abarca proposições metodológicas, além das considerações do desenvolvimento humano numa perspectiva histórica. Neste sentido, os conhecimentos desenvolvidos a partir das discussões de Engeström sobre aprendizagem expansiva, quando envolvidos em situações de pesquisa, consideram a formação dos sujeitos da atividade como uma das perspectivas centrais, compreendendo, como já discutimos, os problemas relacionados à dicotomização entre sujeitos e objetos nos processos históricos de complexificação de ambos. Desta forma, a atividade humana continua sendo compreendida - e constituída - de forma dialética no que Engeström chamou de terceira geração da Teoria da Atividade.

Desta forma, como Engeström (2014) considera suas contribuições à Teoria da Atividade como sendo a terceira geração deste programa de pesquisa, o modelo triangular da atividade que apresenta (**Figura 4**) ajuda a exemplificar os constituintes da atividade humana do ponto de vista da mediação apresentada por Vigotski e da importância de considerar ações individuais como tendo significados somente nas atividades, nunca isoladas, na forma como apresentou Leontiev. Entretanto, o modelo proposto por Vigotski ainda apresentava-se centrado no indivíduo e as discussões de Leontiev não receberam uma apresentação gráfica da estrutura da atividade proposta, de modo que este modelo visa, ainda, inserir elementos relacionados com *produção e comunicação* (ENGESTRÖM, 2011; 2014). Para Engeström (2014, p. 63), portanto, a estrutura triangular da atividade pode ser representada de tal forma:

¹³ Uma primeira edição desta obra foi publicada em 1987, pois parte das discussões deste programa de pesquisa estiveram relacionadas à tese de doutorado de Engeström. Esta segunda edição, publicada em 2014, foi realizada a partir de desafios encontrados no começo dos anos 90, dentre os quais, como destaca o próprio Engeström (2014), estão a diversidade de aplicações da teoria da atividade e a perspectiva de considerar as contradições “como motor da atividade”.

Figura 4 - A estrutura da atividade humana segundo Engeström¹⁴.



Nessa configuração, apresentam-se ações individuais e operações inseridas em uma atividade coletiva e seus componentes. Desta forma, sujeitos estão sempre interligados à comunidade, aos instrumentos mediadores, às regras, ao objeto e, às formas como o trabalho pode ser dividido. Além disso, o consumo é subordinado por três elementos: produção, troca e distribuição (ou comunicação), de modo que estes, por sua vez, estão conectados com todas as outras ações (ENGESTRÖM, 2011; 2014). A principal contribuição deste modelo, de acordo com nossos interesses de pesquisa, é de reforçar, uma vez mais, que estes elementos que estruturam a atividade humana e que estão interligados no estabelecimento das atividades, abarcam a condição de que não existem atividades sem estes elementos, uma vez que os significados só estabelecem-se em atividades que os sustentam.

Considerando que o trabalho iniciado por Engeström e, neste caso específico, a representação triangular que ele sugere, esta:

[...] amplia a relação basilar entre sujeito e objeto mediada por instrumentos introduzindo outras relações fundamentais, como a mediação que as regras desempenham entre sujeito e comunidade, ou ainda a mediação entre objeto e comunidade por meio da divisão social do trabalho (CAMILLO, 2011, p. 47).

Deste modo, o resultado, colocado a partir do objeto no modelo triangular de Engeström, não significa que do objeto *per se* que os resultados são obtidos, mas que o objeto pode configurar-se como a síntese da atividade humana, continuando com a perspectiva que já discutimos da necessária superação do objeto como algo idealmente estático.

¹⁴ Extraído de ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to development research**. Cambridge University Press, Second Edition, 2014.

Discutindo ainda que os significados só estabelecem-se em atividades que os sustentam e que não podemos dicotomizar, por exemplo, os processos de produção e consumo, Camillo (2015) argumenta que estes processos constituem o desenvolvimento humano e não são processos distintos da mesma forma que indivíduo e coletivo não são:

O desenvolvimento humano é sempre um processo no qual estas duas faces (produção/consumo) se fazem presentes. A cada nova transformação da realidade, os indivíduos o fazem lançando mão de objetivações humanas historicamente formadas (linguagem, modos de ser etc.) que, na transformação que operam produzem novos conhecimentos, que podem se generalizar para outras situações ou desaparecer por não mais serem apropriadas (CAMILLO, 2015, p. 212).

Ou seja, podemos compreender que considerar o processo produção/consumo de conhecimento ao invés de dicotomizá-lo é uma das condições para se efetivar as transformações da realidade humana que os indivíduos fazem por meio de apropriação e objetivação historicamente desenvolvidas.

Ainda que a apresentação de modelos que exemplificam graficamente a estrutura da atividade humana, ou mesmo a concepção do desenvolvimento da Teoria da Atividade através de nomenclaturas que considerem suas gerações, serem ações que possuem importância no desenvolvimento do trabalho, cabe destacar que o mais importante para nós não é apresentar as gerações da Teoria da Atividade ou buscar realizar toda a história de tal programa de pesquisa, tampouco restringir-nos somente às mudanças que ocorreram desde os estudos de Vigotski e colaboradores, passando por Leontiev até chegar em Engeström e colaboradores, de forma linearizada. A importância de destacarmos isto, se deve *tanto* ao entendimento do trabalho de Engeström - enquanto terceira geração da Teoria da Atividade - ser uma interpretação do próprio Engeström, *quanto* ao fato de estarmos concordando que “não existe uma única Teoria da Atividade” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 226). Além disso, dadas as nossas intenções de pesquisa, apenas apresentar nomenclaturas para o desenvolvimento da Teoria da Atividade ou buscar definir o que esta seria não nos ajudaria, uma vez que as contribuições que esta apresentação proporcionaria não estariam diretamente relacionadas aos objetivos da pesquisa em sua totalidade.

A partir das discussões realizadas por Engeström sobre o que ele denominou de terceira geração da Teoria da Atividade e das nossas intenções de pesquisa, torna-se importante ressaltar que, ao menos nesta seção do trabalho, nosso objetivo é nos apoiarmos nas contribuições que Engeström e seus colaboradores ofereceram em relação: (a) *aos sistemas de atividades em interação*; (b) *às relações entre atividade multi-vocal e agência* e (c) *à concepção das*

contradições como motores da atividade, que são conceitos que discutiremos na sequência. Cabe ressaltar, entretanto, que discutiremos esses conceitos à luz de alguns trabalhos específicos de Engeström e colaboradores onde tais conceitos são debatidos, mas não significa que estes aparecem somente nestes trabalhos e nem somente com Engeström. Desta forma, discutiremos tais conceitos apoiando-nos em Engeström (2014), mas estes aparecem e são discutidos também, em Engeström (2001; 2011), em Camillo (2015) e em Engeström & Sannino (2018).

Quanto aos sistemas de atividades em interação em Engeström (2001) é possível encontrar um destaque, visando explicitar que “[a] terceira geração emergente da teoria da atividade utiliza dois sistemas de atividades em interação como sua unidade mínima de análise” (ENGESTRÖM, 2001, p. 133, tradução nossa) e indica esta consideração como um convite aos estudos envolvendo a inter-organização da aprendizagem. A perspectiva é ampliada para a questão das vozes nas atividades em Engeström (2014), onde destaca-se que a Teoria da Atividade, considerando no mínimo dois sistemas de atividades em interação como unidade, está “desenvolvendo ferramentas conceituais para entender redes de sistemas de atividades em interação, diálogo, e múltiplas perspectivas e vozes” (ENGESTRÖM, 2014, p. XV, tradução nossa). Nesse sentido, o que mais nos ajuda é pensar em no mínimo dois sistemas de atividades que, interagindo, podem superar contradições. Desta forma, se pensarmos na perspectiva de considerar que os objetos podem sintetizar as atividades, uma configuração que considere dois sistemas de atividades em interação abarca - no mínimo - dois objetos. Estes objetos, por sua vez, não realizam *per se* o desenvolvimento de um terceiro (e novo) objeto, mas, inseridos na atividade - onde estabelecem-se e sustentam significados - constituem-se como elementos dinâmicos ativos que podem contribuir para a emergência de um novo sistema de atividades e, conseqüentemente, de (no mínimo) um novo objeto.

Nesta perspectiva, vale destacar que a complexificação destes sistemas de atividade, uma vez que compõem a atividade humana, ocorre historicamente:

O objeto da atividade de aprendizagem é a prática produtiva da sociedade, ou o mundo da vida social, em toda a sua diversidade e complexidade. A prática produtiva, ou a atividade central, existe em sua forma atualmente dominante, bem como em suas formas historicamente mais avançadas e anteriores, já superadas. A atividade de aprendizagem faz a interação dessas formas, isto é, **o desenvolvimento histórico dos sistemas de atividade**, seu objeto (ENGESTRÖM, 2014, p. 99, tradução e grifos nossos).

Nesse sentido, a atividade de aprendizagem, considerada na perspectiva da Teoria da Atividade, deve ser concebida de forma geneticamente interacional, de modo que sua complexificação ocorre historicamente, assim como a prática produtiva da sociedade em sua totalidade.

Considerar os sistemas de atividades em interação permite compreender que mesmo as ações individuais são subordinadas não somente à uma atividade mas sim à rede de atividades, de modo que “[o]s sistemas de atividades se realizam e se reproduzem gerando ações e operações” (ENGESTRÖM, 2001, p. 136, tradução nossa) e que estas ações e operações estão inseridas em atividades que podem fazer emergir um novo sistema (ou rede) de atividades.

Esta emergência de um novo sistema de atividades e a concepção destes como unidade básica de análise podem não se manifestar imediatamente na consciência humana, ainda que os problemas que ocorrem no interior destes sistemas de atividades estejam relacionados ao gênero humano, da atividade humana, de modo que nenhum problema poderia ser compreendido alheio a este complexo sistema de atividades (CAMILLO, 2015). Neste sentido, ainda, é que podemos compreender, como discutiremos em seguida, a atividade humana como uma atividade de muitas vozes, no sentido que a sua dimensão genérica - que relaciona-se com o gênero humano, com a totalidade do mundo - envolve diferentes sujeitos e sistemas de atividades em interação.

Um dos princípios da terceira geração da Teoria da Atividade idealizada por Engeström e seus colaboradores é a idéia de *multi-vocalidade* da atividade, no sentido de que a atividade humana é organizada de forma dinâmica, onde diferentes participantes ocupam diferentes posições e, conseqüentemente, diferentes vozes precisam ser ouvidas. Entretanto, não significa que “ouvir tais vozes” é a solução dos problemas que ocorrem nos processos históricos de desenvolvimento/complexificação da atividade, pois este princípio é também dialético, de modo que este é “a fonte de problema e a fonte de inovação, demandando ações de tradução e negociação” (ENGESTRÖM, 2001, p. 136, tradução nossa). Ou seja, a “tradução” aqui empregada não refere-se simplesmente à compreensão de algum termo em uma língua diferente, mas pode ser compreendido na perspectiva dialética como uma ação que não se dissocia da negociação, uma vez que a o entendimento do que o sujeito fala é, ao mesmo tempo, o entendimento da posição em que este fala. Identificar e compreender as diversas vozes que se manifestam nas atividades - e nos sistemas interagentes de atividades - pode ajudar a entender como a atividade está estruturada, uma vez que, assim como os significados, as vozes e os sujeitos só se sustentam na atividade.

Considerando a multi-vocalidade da atividade, se diferentes sujeitos ocupam diferentes posições e diferentes vozes, uma vez que a atividade humana é dinâmica, estes sujeitos possuem também *agência* dinâmica. A idéia de agência pode ser entendida como uma condição intrínseca da disposição organizacional da atividade, uma vez que faz parte das ações dos indivíduos nas atividades. Entretanto, a agência não existe *per se*, tampouco sem a ação dos sujeitos, mas é formada, de modo que os processos de aprendizagem podem ser compreendidos como processos de formação de agência (ENGESTRÖM, 2014). Desta forma, “[o] indivíduo não pode mais ser entendido sem os seus meios culturais; e a sociedade não pode mais ser entendida sem a agência dos indivíduos que usam e produzem artefatos” (ENGESTRÖM, 2001, p. 134, tradução nossa), sendo que os sujeitos e sua agência, bem como sua produção e uso de artefatos formam unidades básicas da atividade humana (ARIEVITCH; STETSENKO, 2014). Nesse sentido, cabe pensarmos em sujeito/agência e em produção/consumo, de modo que estes nunca se sustentam fora da atividade e ainda, considerados como unidades básicas da atividade humana, podem ser compreendidos de maneira que sintetizam os diversos processos históricos de complexificação da atividade humana.

Considerando, portanto, os sistemas de atividades em interação como unidades mínimas de análise e a relação entre a multi-vocalidade da atividade e agência, podemos brevemente discutir a concepção *das contradições como o motor da atividade*. A base de entender tal concepção por vezes é difícil se considerarmos que esta, por ser dialética, contradiz a lógica formal (e linear) de crença que o apagamento das contradições leva necessariamente à solução dos problemas. As contradições podem ser compreendidas como motor da atividade no sentido de que “[é] sua superação que que permite que transformações na realidade possam ocorrer, satisfazendo novas necessidades e resolvendo novos problemas que emergem na prática social” (CAMILLO, 2015, p. 141), de modo que a superação não é, necessariamente, o apagamento de um dos pólos desta contradição. É, inclusive, exatamente o contrário. Enquanto na lógica formal compreende-se que silenciar um dos pólos da contradição ou mesmo “desviar-se” da natureza contraditória da atividade humana é visto como a possibilidade de solucionar problemas, na lógica dialética - a qual faz parte a Teoria da Atividade - identificar e trabalhar as contradições configura-se como (uma das) únicas formas de transformar concretamente a realidade humana.

Desta forma, a “Teoria da Atividade é uma teoria dialética, e o conceito dialético de contradição ocupa um papel crucial nela” (ENGESTRÖM, 2011, p. 76-77, tradução nossa), de modo que se considerarmos, por exemplo dois sistemas de atividades interagentes, é na

superação de contradições que novas necessidades e novos problemas podem emergir da atividade humana, podendo estabelecer outro sistema de atividades com outras contradições, agindo como motor dos processos históricos de complexificação social. Esta compreensão é o que torna importante a “ênfase no caráter contraditório e orientado aos objetos da atividade” (SANNINO; ENGESTRÖM, 2018, p. 44, tradução nossa) como uma das formas de, no nosso caso, por exemplo, buscar meios concretos de emancipação humana por meio da educação científica. Nesse sentido, cabe destacar que, apesar da Teoria da Atividade considerar o desenvolvimento humano orientado aos objetos como um de seus princípios fundacionais, é preciso, como já alertava Stetsenko (2005), expandir essa idéia considerando a subjetividade e a agência dos sujeitos também como princípios que tornam possíveis o desenvolvimento humano e a vida social.

Discutimos até aqui, de forma breve, aspectos da estrutura da atividade humana e de alguns princípios que acreditamos nos auxiliarem muito para entender - e agir - sobre o universo da pesquisa. Considerando a estrutura que apresentamos, principalmente a idéia de multivocalidade da atividade, compreendendo as contradições como motor da atividade e os sistemas de atividades em interação, cabe discutirmos o seguinte: se diferentes sujeitos ocupam diferentes posições e falam com diferentes vozes na dinâmica da atividade, qual o papel que a linguagem possui nesta dinâmica? De que forma, à luz da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, a linguagem pode ser compreendida como elemento ativo na dinâmica da atividade e não somente como um mero conjunto de sons e sinais? Estas e outras perguntas guiarão a próxima seção deste capítulo, onde discutiremos a linguagem numa perspectiva dialética.

3.3 A LINGUAGEM NUMA PERSPECTIVA DIALÉTICA DO DESENVOLVIMENTO HUMANO.

Para discutirmos a linguagem numa perspectiva dialética é necessário compreender que partimos da concepção que considera a linguagem como um agente fixador e refletor da significação que os sujeitos estabelecem no coletivo, construindo e sendo construída pela realidade humana, nas atividades humanas. Nessa perspectiva, a linguagem deve ser compreendida não de forma estática, mas sim como uma atividade, ou um complexo de atividades. O complexo aqui tratado, refere-se a algo que, tendo uma de suas partes tomada por isolada, não consegue refletir a totalidade da atividade. É complexo no sentido de que não se pode (ou ao menos não se deveria) acreditar que entendendo uma parte desses processos,

estaríamos compreendendo como a significação é estabelecida num todo. Ou seja, não é analisando o trabalho de uma única abelha que conseguiríamos entender toda a atividade de uma colméia, pois isto inferiria em uma compreensão “descolada da atividade”.

Nesta mesma perspectiva, se retornarmos à analogia que fizemos com o monolito de Kubrick, pouco ou nenhum sentido teria em olharmos para o primata que primeiro nota a presença do monolito, toca-o, e depois de passar por uma série de transições acaba em uma luta com outro primata, matando-o. Ou ainda buscar estabelecer uma relação de causa e efeito direta, analisando o momento do toque do primata no monolito e a finalização da cena com a morte de um semelhante. Nesta perspectiva, “[d]os instrumentos materiais simples aos mais complexos, como o conhecimento humano [...] as ferramentas refletem formas de dominar classes específicas de tarefas descobertas em práticas colaborativas” (STETSENKO; ARIEVITCH, 2004, p. 482, tradução nossa). Ou seja, esta cena, se analisada de forma isolada, “descola” (ou desloca-se) da atividade, de modo que não faz sentido considerando a interação daqueles primatas, principalmente o processo coletivo de desenvolvimento da consciência, uma vez que esta forma um sistema complexo de significações.

Ainda pensando a atividade humana desta forma, tentando compreender a dinâmica complexa que possui, fica difícil encontrarmos-nos em atividades individuais, de modo que, em posse de qualquer objeto (um livro, por exemplo), estamos nos conectando com algo que é produto de uma complexa atividade, que reflete uma (ou várias) realidade(s) humana(s) e ainda que pareça encerrado em seus limites, é fruto de uma dinâmica que envolveu diversos sujeitos. Nesse sentido, há um coletivo inserido em uma dinâmica complexa até que esse livro chegue às nossas mãos, de modo que poderíamos pensar que o monolito de Kubrick não caberia mais como “de Kubrick” e sim, talvez, o monolito de “Clarke-Kubrick-fãs-cinéfilos...”, enfim, um objeto que reflete a dinâmica de uma atividade complexa, e não algo singularmente isolado, descolado da atividade.

Desta forma, cabe ainda justificar, que tais objetos (ou artefatos) refletem a dinâmica destas atividades complexas principalmente porque “carregam consigo marcas das gerações humanas passadas e sua atividade, marcas culturais que remetem as relações existentes quando da produção ou significação destes artefatos” (CAMILLO, 2011, p. 28), de modo que não se torna uma opção de escolha compreender esses objetos constituídos desta forma, tampouco pensar que estes se inserem de forma neutra no contexto da atividade. Pelo contrário, estes objetos se constituem como instrumentos das transformações, de modo que “seu efeito não ocasiona modificações somente no objeto ou na estrutura da atividade, mas também no

indivíduo” (CAMILLO, 2011, p. 30). Desta forma discutiremos, numa perspectiva dialética, a linguagem como ferramenta de transformação da realidade humana.

Discutir a linguagem numa perspectiva dialética (como uma atividade ou um complexo de atividades), relaciona-se com compreender tal linguagem para além de uma simples ferramenta utilizada, por exemplo, pela espécie humana para se comunicar; mas sim como a linguagem pode configurar-se como incorporadora de ações e operações que, coletivamente organizadas, permitem a espécie humana adentrar o gênero humano (CAMILLO, 2011). Nesse sentido, a compreensão dialética da linguagem é, antes de tudo, aquela que entende a linguagem como transformando e sendo transformada pela realidade humana.

Arievitch & Stetsenko (2004), discutindo os fundamentos coletivos da individualidade humana, da formação do “eu”, destacam a linguagem como a “ferramenta por excelência” responsável por organizar os complexos processos de produção coletiva da própria personalidade dos indivíduos. Cabe ressaltar, entretanto, que o emprego do termo “ferramenta” neste trabalho não indica a idéia utilitarista da linguagem como simplesmente um conjunto de sons e sinais para ser utilizado, e sim ferramenta do ponto de vista que destaca a linguagem também como transformadora da realidade humana, constituindo uma “dimensão nova e única da existência - a cultura humana” (ARIEVITCH; STETSENKO, 2004, p. 482, tradução nossa). Nesse sentido, a linguagem à luz da Teoria da Atividade Cultura-Histórica pode ser compreendida como parte dos complexos processos de transformação da realidade humana, pois as modificações que produz e sofre, mudam toda a malha das relações humanas em sua essência, podendo fazer emergir atividades que sustentam novos significados e não somente “traduzindo” antigos significados.

Desta forma, não significa que por não considerarmos a linguagem unicamente numa lógica utilitarista, que esta esteja desvinculada das necessidades humanas, ou dos atores que estão envolvidos nas relações coletivas de produção de significados. Justamente o fato de considerar a linguagem como um complexo de atividades nos impede de entendê-la descolada da atividade humana. Ou seja, ainda que não temos a intenção aqui de buscar uma definição estática para linguagem, tampouco procurar por uma definição de linguagem *em si* (o que inclusive não existe para nada), vale destacá-la como existente na realidade humana objetiva, e não como algo que faça parte de um outro suposto reino “abstrato”, separado das relações humanas concretas.

Roth & Lee (2007) discutem a importância de compreender a linguagem de forma dinâmica na constituição/complexificação das atividades humanas. Se na seção anterior

discutimos, aportados por Engeström (2014), a *multi-vocalidade* da atividade, destacando que diferentes sujeitos podem ocupar diferentes posições e vozes nas atividades, cabe destacar também que a linguagem “pode funcionar como ferramenta, signo e objeto - sendo em cada caso materialmente corporificada - pode mudar sua posição no sistema de atividades com facilidade” (ROTH; LEE, 2007, p. 208, tradução nossa). Nesta perspectiva, se a atividade é *multi-vocal* é por meio da linguagem que os atores assumem diferentes posições, falam por diferentes vozes e realizam atividades que sustentam significados, pois mudando aspectos da linguagem não estamos mudando somente um meio de representar a atividade, mas sim estamos alterando a atividade como um todo, a maneira como ações e operações são coordenadas pelos indivíduos e a forma como estes próprios indivíduos se constituem a partir da práxis coletiva.

Na perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, da mesma forma que a formação da mente e demais aspectos psicológicos, não pertencem a (e não são formados em) um reino isolado da atividade humana coletiva, a linguagem por não estar descolada da atividade também não se separa destes aspectos psicológicos. Olhando para a linguagem estamos definitivamente olhando para o processo social em sua totalidade, e como a linguagem é ativa neste processo, sendo que incorreríamos em um erro se procurássemos pelo momento onde a linguagem surge, ao invés de compreender que ela ainda está surgindo, pois modifica e é modificada constantemente pela realidade humana (JONES, 2008). Nesse sentido, a linguagem se corporifica na realidade humana por também constituí-la e não por simplesmente “ser usada” pela espécie humana. Os processos semióticos, no sentido de construção/sustentação de significados, ocorrem a partir das atividades que emergem e sustentam tais significados, de modo que “a atividade prática tem sua própria semiótica inerente” (JONES, 2011, p. 18, tradução nossa).

Na perspectiva de compreender o papel da linguagem na constituição do gênero humano, principalmente olhando para os processos psicológicos e sua constituição na coletividade da realidade humana, compreendendo a mente como ativa e parte desta realidade, distribuída e dialógica, e não algo “separado” das relações humanas, o trabalho de Arieviditch & Stetsenko (2014) realiza contribuições muito importantes. Não significa que estes autores não consideram os processos ativos que ocorrem “na mente” ou na formação psicológica, mas que estes defendem que esta formação, assim como a mente, ocorre na mediação cultural, na atividade humana. Arieviditch & Stetsenko (2014) discutem o papel da linguagem para além da comunicação oral ou escrita, mas compreendendo a linguagem, e os demais signos que são constituídos na atividade humana, atuando como “amplificadores” de diversos processos

psicológicos. Neste sentido, ainda que a linguagem - assim como a atividade humana - se complexifica ao longo da história e que, por exemplo, em termos estruturais, a linguagem que utilizamos hoje se desenvolve a partir de formas rudimentares de linguagem, “as formas maduras de mediação de signos (semiótica) são precedidas por formas anteriores de mediação cultural e contém, de uma forma condensada, os resultados de várias formas de mediação transitória ontogeneticamente anteriores” (ARIEVITCH; STETSENKO, 2014, p. 218, tradução nossa). Ou seja, a linguagem, juntamente aos processos psicológicos e a formação da identidade humana, se complexificam ao longo do tempo de forma integrada, atuando na gênese e desenvolvimento do gênero humano de forma simbiótica, contínua em toda sua história e não somente em momentos específicos do desenvolvimento humano.

Buscando ainda discutir a importância da mediação cultural no desenvolvimento humano, este trabalho de Arievitch & Stetsenko (2014) destaca a importância da linguagem na formação da identidade humana desde os primeiros estágios da infância, nas relações que se estabelecem entre adultos e crianças, não necessariamente somente quando esta criança começa a falar. Nesse sentido, a totalidade do desenvolvimento humano inicia desde os primeiros estágios da infância:

Expandir a noção da mediação cultural para além de suas interpretações semióticas tradicionais, abre o caminho para entender a mente como um processo contínuo dos humanos envolvidos com o mundo, *sem rupturas ontológicas* entre formas iniciais de atividade mental culturalmente mediada no mundo e suas formas mais elaboradas, tradicionalmente entendidas como ocorrendo ‘dentro’ da mente (ARIEVITCH; STETSENKO, 2014, p. 219, tradução nossa).

Ou seja, à luz da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, a linguagem não se configura somente como a capacidade de comunicação, oral ou escrita, mas sim das relações que os sujeitos estabelecem uns com os outros, sendo capazes de se apropriarem e objetivarem os signos e transformarem a realidade humana por meio da atividade coletiva (CAMILLO, 2011).

Considerando a linguagem, portanto, para além de somente capacidade de comunicação, Jones (2016) trata a linguagem como “a ferramenta transparente”, de modo que para considerar tal transparência, o autor argumenta que é necessário olharmos para a linguagem do ponto de vista *construtivo* e não meramente *descritivo*. Este processo de destacar a transparência da linguagem reforça a perspectiva de considerá-la de forma corporificada pela atividade coletiva, no sentido de que “trata-se de ferramentas usadas na ação - a transparência da ferramenta é uma função do seu uso na atividade” (JONES, 2016, p. 5, tradução nossa). Ou seja, a linguagem não é uma ferramenta transparente *em si*, mas pode ser compreendida como

transparente no sentido de que, assim como qualquer processo semiótico, é materialmente corporificada e só possui sentido na atividade, de modo que seu uso (ou função) está relacionado à dinâmica da atividade e da conexão com outras atividades por meio de sistemas de atividades em interação.

Para ilustrar um pouco mais a transparência da linguagem e sua indissociação da atividade, Jones (2016) utiliza um exemplo de um pedido realizado por um cliente em uma cafeteria. Além de pedir uma preparação específica de ovos e abacate, o cliente pede dois cafés. No entanto, o atendente não anota detalhadamente o pedido do cliente em um bloco, simplesmente realiza alguns rabiscos de forma abreviada e leva o bloco contendo o pedido para a próxima etapa, que consiste em registrar o pedido pelo sistema eletrônico da cafeteira para que a cozinha prepare o pedido:

[...] o garçom realizou um ato metalingüístico bem específico: ele não tomou o que eu disse como um *enunciado*, ele tomou como uma *ordem*; não é sobre o que eu *digo*, mas o que eu *quero*. Isto significa que, embora meu enunciado tenha realmente chegado em tempo real no momento da interação, ele já passou pela tela do sistema de atividades da cafeteria e foi *transformado*, ou funcionalmente processado, dentro desse novo quadro de maneira relevante. O garçom ouviu e extraiu uma ordem no que eu falei e o que ele criou no bloco é a ‘transformação’ relevante dela na forma de algo projetado para servir como o gatilho comunicacional para o resto dos movimentos no jogo, especificamente algo que permitirá o pessoal da cozinha trabalhar dentro de seu próprio quadro de preparação do prato relativamente autônomo (JONES, 2016, p. 9, tradução nossa).

Nesse sentido, o argumento delineado por Jones (2016) é de que aquele pedido escrito de forma abreviada faz sentido, é corporificado e transformado nos ovos com café que ele experimenta e, logo em seguida, paga e sai, por este não ser simplesmente um “enunciado” e sim uma “ordem”, uma ação presente na atividade (realizar o pedido, por exemplo) que se conecta com outras ações (o trabalho realizado na cozinha, por exemplo), numa malha constante de atividades conectadas, de modo que a linguagem não está somente descrevendo mas transformando e sendo transformada pela atividade.

Nessa perspectiva, a linguagem não pode ser apartada da transformação social, uma vez que não se estabelece como simplesmente um conjunto de enunciados abstratos, sons, sinais e outros símbolos descolados da atividade humana. A linguagem cria, na dinâmica da atividade, redes de relações entre ações e operações, entre palavras e objetos, e não simplesmente traduz tais ações em símbolos. Assim, a linguagem não se separa das transformações sociais necessárias, das práticas humanizadoras, pois como, por exemplo, a atividade científica *serviria* o gênero humano, “a não ser por esse prodigioso, criativo trabalho lingüístico e comunicacional,

através do qual a agência coletiva se organiza e se mobiliza conscientemente na luta?” (JONES, 2018, p. 7, tradução nossa).

Considerando a importância de compreender a linguagem na perspectiva dialética na qual estamos discutindo, destacando a indissociabilidade desta com as transformações sociais, é necessário nos atentarmos para o fato de que compreender esta indissociabilidade não é algo trivial e está em constante processo. Os processos históricos de conhecer o mundo e transformá-lo não estão, em nenhum aspecto, separados (STETSENKO, 2008). Nesse sentido, é preciso parar de dicotomizar o ato de *conhecer* a realidade humana e *transformá-la*, de modo que “o conhecimento sobre a realidade, que não é separado da própria transformação da realidade, não são instâncias distintas, mas faces de um mesmo processo unitário de constituição da humanidade” (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 111). Isto não significa que vislumbrar tais transformações e buscar agir em prol destas seja unicamente utópico, mas significa considerar as dificuldades existentes em *ser* e *transformar* a realidade humana ao mesmo tempo. Tais dificuldades, estavam presentes, inclusive, nos trabalhos de Vigotski, que ainda consideravam, apesar dos grandes avanços, o ser humano como agente *passivo* que atuava *sob* as condições históricas (SAWYER; STETSENKO, 2018). Neste sentido, considerar o ser humano como agente *ativo* nos processos de transformação social exige que busquemos compreender a constituição da *agência* humana a partir da atividade, da mesma forma dialética com a qual a linguagem *forja* e é *forjada* pela realidade humana.

Se a práxis é fundante da realidade humana, de modo que a consciência é constituída coletivamente - como discutimos na seção 1 - e a linguagem transcende a lógica de ser simplesmente um conjunto de sons e sinais abstratos, como podemos compreender a constituição da agência humana, ou seja, a capacidade de conhecer e transformar o mundo ao mesmo tempo, na perspectiva dialética? Se as atividades emergem e sustentam significados, como se dá esse processo de emergir atividades no coletivo? Como discutimos brevemente nesta seção a linguagem numa perspectiva dialética e sinalizamos a importância de compreender a linguagem não apartada das transformações sociais, faz-se necessário discutir, na perspectiva da atividade humana, os processos referentes à agência humana.

3.4 AGÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO SOCIAL NA PERSPECTIVA CULTURAL-HISTÓRICA.

Em uma das obras de Leontiev (2004), *O desenvolvimento do psiquismo*, o autor discute a emergência e estabelecimento da consciência humana a partir das relações sociais concretas, ou seja, como já discutimos neste capítulo, tomando a práxis como fundante da realidade humana. Ainda que explicitamente Leontiev (2004) não tenha utilizado o termo *agência* - tampouco que o tratamento desta esteja localizada somente numa parte da obra - é na seção *Aparecimento da consciência humana* que o autor discute as diversas maneiras de como as relações humanas *transformam* a realidade humana, por meio da gênese e desenvolvimento do trabalho. Nesse sentido, a agência não “nasce”, nem “desperta” abruptamente, localizada em alguma etapa específica do desenvolvimento humano; pelo contrário, ela emerge da atividade coletiva por formar e ser formada a partir dela.

Como discutimos na seção anterior aspectos relacionados à linguagem como uma atividade, as transformações que ela causa e que nela são realizadas a partir da realidade humana também estão relacionados a um processo de agência. Desta forma, cabe destacar que “[a]s pessoas apropriam-se da linguagem desde a infância e, dessa forma, relacionam-se, sem terem consciência disso, com a história de produção, utilização e modificação da linguagem” (DUARTE, 2004, p. 51), de modo que *produzir*, *utilizar* e *transformar*, são elementos que constituem a agência humana e estes nunca se dicotomizam. Nesse sentido, no desenvolvimento humano nunca deixa de existir agência, pois não existe processo humano onde não haja intencionalidade. Da mesma forma que discutimos, quando falamos de epistemologia nas ciências naturais, que “as observações não são neutras”, nada, envolvendo processos de agência humana, é.

Algumas dificuldades surgem, principalmente em termos educacionais, se pensarmos que a necessidade de ensinar também os processos e não somente resultados da ciência ainda é um desafio, pois acabamos às vezes ainda ensinando uma ciência onde não existem controvérsias nem dificuldades, o que “exclui o pensamento divergente, torna invisível as rupturas, banaliza as grandes transformações” (PEDUZZI; RAICIK, 2019, p. 38). Nesse aspecto, é necessário explicitar - para não dizer *escancarar* - como a ciência visa a superação de contradições no seu íterim, considerando a agência humana como a possibilidade concreta de transformação da realidade. Ou seja, ao mesmo passo que um “ataque à ciência” seja desmedido e um tanto arrazoado, ensinar uma ciência que não tem controvérsia, tentar protegê-

la, não é o caminho para que o potencial da ciência seja utilizado para transformar a realidade, principalmente as realidades injustas.

Desta forma, é importante ressaltar que para que os processos de agência sejam considerados como permanentes na sociedade, visando a superação de contradições, faz-se necessário compreender a sociedade - e a atividade humana, como a atividade científica - como processo dinâmico:

[...] se agência e sociedade devem realmente ser entendidas como uma interação dinâmica, os pesquisadores devem se preocupar mais em elaborar relatos explícitos dos contextos que estudam e como esses contextos fornecem ou não fornecem aos indivíduos os meios necessários para desenvolver e expressar sua autodeterminação e agência (STETSENKO, 2008, p. 484, tradução nossa).

Não cabe, desta forma, que continuemos a reproduzir um modelo de sociedade pautado no individualismo exacerbado sem levar em conta que as possibilidades concretas de transformação da realidade são desenvolvidas a partir das ações humanas coletivas.

Além disso, considerar a agência como fator sempre presente no desenvolvimento humano, nos remete à discussão de que o que torna os seres humanos, o que faz com que partamos da espécie humana para o gênero humano, está intrinsecamente relacionado aos processos coletivos de conhecer e mudar o mundo ao mesmo tempo, e não como etapas que se dicotomizam (STETSENKO, 2005; 2008). É a partir da relação dialética entre entender e transformar o mundo que nos constituímos verdadeiramente parte desse mundo; se a práxis é a fundante da realidade humana, são nos processos que envolvem agência que essa fundação - enquanto transformação da realidade - fica ainda mais explícita.

Desta forma, pensando na educação científica, ainda que a presente seção não dê conta de realizar um trabalho completo tecendo críticas sobre as concepções puramente cognitivistas do desenvolvimento humano, cabe destacar que, se buscarmos considerar superar as dicotomias que normalmente representamos sobre a atividade humana - principalmente a dicotomia *corpo e mente* - a agência humana, os processos de conhecer e transformar o mundo, não podem se resumir a considerar a aprendizagem como unicamente uma *atividade cerebral* ou uma mudança na estrutura cognitiva prévia do cérebro. Nesse sentido, “os processos humanos são conceituados como localizados não ‘embaixo do crânio’, mas nos processos contínuos das relações sociais” (STETSENKO; ARIEVITCH, 2004, p. 478, tradução nossa). Isto não significa que os estudos relacionados à agência na óptica da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, tampouco que a própria teoria, desconsidere os processos cognitivos; pelo contrário,

desenvolve-se, por meio deste referencial, a possibilidade de compreender a cognição em conjunto com todo o desenvolvimento humano na dimensão real, concreta, de suas relações sociais de possibilidade de transformação da realidade.

Tratando de agência, vale ressaltar que justamente por ela estar presente em todo o desenvolvimento humano sempre orientado por suas intencionalidades, não cabe buscar identificar *quando* ela surge. No entanto, podemos pensar em alguns critérios para estabelecer as diferentes formas pelas quais a agência, as tentativas de transformar a realidade, podem ser manifestadas nas relações humanas. Nesse aspecto, o trabalho desenvolvido por Sannino (2010) identifica ações de *resistência* como também sendo agência. Ou seja, não significa, se pensarmos em termos educacionais, que quando os estudantes concordam com a proposta do professor em uma prática escolar e executam-na, da forma como foram instruídos, que a agência está sendo manifestada e que se, por acaso, os estudantes se negassem a realizar tal prática, não estariam tendo agência, *agindo sobre e por meio* da realidade.

Neste trabalho, Sannino (2010) trabalha com professores a respeito das formas de avaliação que estes utilizam com os estudantes e, logo de início, destacam a resistência que os professores apresentam trabalhando com o grupo de pesquisadores, como se estivessem sendo monitorados o tempo todo a respeito de algo que eles já sabiam fazer. A partir disto, a autora discute que, se buscarmos entender a agência olhando para ações de resistência, “não é suficiente questionarmos os conflitos entre poderes externos; é importante explorar também as fontes de resistência no nível do conflito dentro do indivíduo” (SANNINO, 2010, p. 8401, tradução nossa). Se formos resgatar o que discutimos no início deste capítulo sobre o princípio da *multi-vocalidade* da atividade, podemos entender que mesmo quando um indivíduo age em resistência à alguma realidade, ele sintetiza nele o interesse - e muitas vezes a necessidade - de transformar aquela realidade de maneira coletiva; nesse sentido, os conflitos estão distribuídos nas relações sociais coletivas, não somente *dentro* de cada indivíduo.

Ainda que tentemos não repetir que a individualidade, entendida à luz da Teoria da Atividade Cultural-Histórica não é fetichizada e sim construída a partir da coletividade, as discussões envolvendo agência, mesmo quando aparentam tratar-se de manifestações desta por meio da acentuação da individualidade de quem a manifesta, pode ser compreendida como uma construção coletiva se considerarmos o processo de “vir-a-ser”. Não exatamente buscando identificar o que “somos antes” de determinado acontecimento e olhando para o que “somos depois”, mas no sentido de compreender que o processo de *ser* é contínuo e inconcluso:

Se efetivadas as condições para a realização da atividade educacional, os sujeitos podem se tornar, ao mesmo tempo, construtores de sua individualidade e do gênero humano. A educação passa a ser, então, mediadora entre aquilo que os indivíduos são e o que podem vir-a-ser (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 219).

Isto não significa que tal inconclusão relaciona-se à não efetividade de ações que tem um objetivo, um princípio teleológico, mas significa que, se as atividades são sempre orientadas aos seus objetos, é necessário partir do princípio que a atividade coletiva *pode* transformar a realidade mesmo quando a agência for manifestada por meio de ações de resistência àquilo que é proposto dentro destas atividades.

Nesse sentido, ações de resistência podem estar relacionadas a perspectivas futuras, à expectativas que os sujeitos têm em relação às situações que vivenciam, de modo que a própria noção de “futuro”, em termos de atividade, é construída na realidade, a partir do presente; não como ação *virtual* mas como possibilidade concreta de agência. Deste modo, pensar nas questões que envolvem a agência nos processos de ensino e aprendizagem é trabalhar também questões que envolvem a identidade dos sujeitos, a maneira como essa construção de identidade se dá no e pelo coletivo, possibilitando transformar esse futuro em realidade, fazendo ser realidade (VIANNA; STETSENKO, 2011).

Na perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, compreender a agência humana envolve, necessariamente, compreender o desenvolvimento humano numa perspectiva dialética, de modo que torna-se necessário ressaltar a importância de discussões ontológicas do desenvolvimento humano (STETSENKO, 2011; 2013; 2014) para que a agência seja compreendida de maneira manifestada nas ações humanas, na transformação da realidade. Desta forma, considera-se tomar “a prática transformadora colaborativa, realizada através de contribuições individuais únicas a essa prática, como fundamento ontológico constitutivo do desenvolvimento humano” (VIANNA; STETSENKO, 2011, p. 317, tradução nossa). Assumir a intencionalidade sempre presente na ação humana, nesse sentido, não só coloca em cheque o fetiche inalcançável pela neutralidade das ações humanas como explicita a necessidade de reconhecer a agência manifestada de diferentes formas, sejam em situações consideradas resistivas, quanto em situações onde parece haver consenso. Não necessariamente concordar e discordar está relacionado com *ter* ou *não ter* agência, visto que esta não é adquirida e sim constituída a partir da realidade e das maneiras como tal realidade exige, muitas vezes em situações de extrema desigualdade social e injustiças, a ação humana coletiva, visando superar as contradições *sempre* presentes - porque constituintes - desta realidade.

A agência humana passa a ser compreendida como o processo de ser e se tornar humano, de modo que “celebra a unidade entre saber, ser/tornar-se e fazer (assim como a unidade entre aprendizagem e identidade) - tudo fundido com base em uma postura transformadora e seu motivo central de contribuir e mudar o mundo” (STETSENKO, 2008, p. 487, tradução nossa). Ou seja, tal **postura ativista transformadora**¹⁵ (STETSENKO, 2008; 2014; 2017), envolve os processos históricos onde a espécie humana adentra o gênero humano, dependendo das relações sempre existentes entre *aprender e humanizar*, entre *saber, ser e fazer*; relações essas que nunca se dicotomizam, nem começam e terminam, sempre constituintes do *ser* humano. Nesta mesma perspectiva, na realidade humana, o futuro é construído a partir das práticas humanas colaborativas no presente, e não permanece “esperando para ser”:

Ontologicamente, a suposição é que o mundo não é apenas "dado" em seu status quo, como uma estrutura fixa e estática "lá fora" que existe independentemente de nós e se desdobra em seus próprios fundamentos, não importa o que façamos. Em vez disso, o mundo é visto como evoluindo historicamente, ou seja, mudando continuamente e se movendo constantemente por causa do que as pessoas fazem em suas práticas colaborativas e representações da vida social (STETSENKO, 2014, p. 191, tradução nossa).

Desta forma que torna-se imprescindível compreender o desenvolvimento humano tomando a práxis humana colaborativa como fundamento da realidade humana, ontologicamente considerando que a realidade muda e não é fixa, *por causa das e devido às* práticas humanas colaborativas.

Considerar o desenvolvimento humano e a transformação da realidade em unidade, não dicotomizando-os, por meio de uma posição ativista transformadora, envolve, portanto, entender as atividades humanas ontologicamente, buscando a construção de um *novo futuro* e não aceitando aquele que parece já estar imposto, dado. Nesse sentido, discutir as práticas humanas colaborativas como fundacionais da realidade humana não reduz-se somente à uma *perspectiva filosófica* mas sim à uma *exigência ética*, ou ético-onto-epistemológica (STETSENKO, 2014; 2017).

Tal exigência, se buscarmos olhar especificamente para a educação científica, envolve não dicotomizar os processos de *apropriação e produção* de conhecimento científico, tomando

¹⁵ O termo vem do inglês *Transformative Activist Stance (TAS)* desenvolvido nos trabalhos de Anna Stetsenko e colaboradores. Para maior aprofundamento das discussões envolvendo TAS, sugere-se a leitura de: Stetsenko (2008), onde a TAS é discutida a partir dos seus fundamentos ontológicos; Vianna & Stetsenko (2011), que discute as relações entre aprendizagem e identidade; Stetsenko (2014), que estabelece a relação entre TAS e o desafio de construir o futuro e Stetsenko (201&) que traça paralelos entre TAS e Educação Científica.

como necessária a discussão do papel da ciência no desenvolvimento humano de maneira crítica. Tal tomada, relaciona-se às considerações radicais - no sentido de tomar pela raiz - o efetivo papel da ciência de forma historicizada, considerando que esta possa ser apropriada pelos estudantes de maneira que o conhecimento científico sistematizado *sirva* à transformação da realidade e não que seja tomado como realidade absoluta *em si*. Não considerar de forma crítica o papel da ciência no desenvolvimento humano é negligenciar as possibilidades concretas de emancipação humana por meio desta, principalmente por acabar caindo em reducionismos, como considerar elementos da atividade educacional como “convertidos em funções do cérebro ou outros elementos ‘internos’ que possuem suas próprias leis de desenvolvimento e são independentes do que está acontecendo fora do corpo” (CAMILLO, 2019, p. 98, tradução nossa).

Nesse sentido, a educação científica na perspectiva dialética do desenvolvimento humano deverá se estabelecer, como **Atividade Potencial** (CAMILLO, 2015), de modo que modo que, visando servir à transformação da realidade e não alienar os estudantes a um *tipo* de representação da realidade, a educação científica nesse aspecto deve considerar os problemas tratados pela atividade científica como poder transformador da realidade que a ciência *pode* assumir. Destacamos *pode* assumir pois não é possível advogar que a ciência *em si* sirva à transformação da realidade, tampouco que a educação científica o faça *em si* ou *por si*. Desta forma, a atividade educacional em ciências deve estar organizada para que os problemas (ou conteúdos, atividades, currículos, etc) tratados de forma idealista e essencializada, coisificada, possam tornar-se **Problema-para-si** (CAMILLO, 2015), de modo que os significados da atividade científica, seus processos históricos de construção coletiva de conhecimento e transformação da realidade, possam ser sustentados pela atividade educacional emancipadora, fomentando “a apropriação dos meios pelos quais a atividade humana pode emergir na sua relação com a dimensão problemática da realidade” (CAMILLO, 2015, p. 143).

Considerando isso, podemos trabalhar o desenvolvimento humano pensando em construir *possibilidades concretas de emancipação humana por meio da educação científica* sob a óptica da Teoria da Atividade, tomando o desenvolvimento humano em sua perspectiva ontológica, não dicotomizando os processos históricos de apropriação/objetivação/transformação da realidade, pelas quais os seres humanos são, aprendem e se tornam humanos, através das atividades coletivas e colaborativas. Desta forma, cabe a pergunta **como olhamos para o universo da pesquisa sob a óptica da Teoria da Atividade Cultural-Histórica?** Visando responder tal pergunta, no capítulo seguinte - das

análises dos resultados (constituição e desenvolvimento das atividades) - trataremos as ações de pesquisa desenvolvidas na óptica da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, analisando as atividades, suas interações, os estabelecimentos dos sistemas de atividades e seus complexos como um *todo*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES (OU AS ATIVIDADES E OS SIGNIFICADOS QUE SUSTENTAM).

*“There are no unlockable doors
There are no unwinnable wars
There are no unrightable wrongs or unsingable
songs”
(I Just Want You, Ozzy Osbourne)*

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados da pesquisa - a constituição das atividades e os significados que sustentam - considerando que estes formam o complexo de atividades, que em interação constituem o complexo de complexos de atividades (ou universo da pesquisa). Desta forma, antes de apresentar como faremos tais análises, cabe retomarmos o Problema de Pesquisa, as Questões de Pesquisa e o Objetivo Geral:

- **Problema de Pesquisa:**
 - *Quais as possibilidades de, por meio de textos, co-construir discussões acerca de Natureza da Ciência com licenciandos da Educação do Campo?*
- **Questões de Pesquisa:**
 - *Como textos podem fazer emergir atividades que sustentam certos significados?*
 - *Quais atividades surgem, se articulam, se sustentam depois da interação com as atividades nas quais os textos são trabalhados?*
- **Objetivo Geral:**
 - *Analisar o processo da co-construção das discussões acerca de Natureza de Ciência com futuros professores da educação básica.*

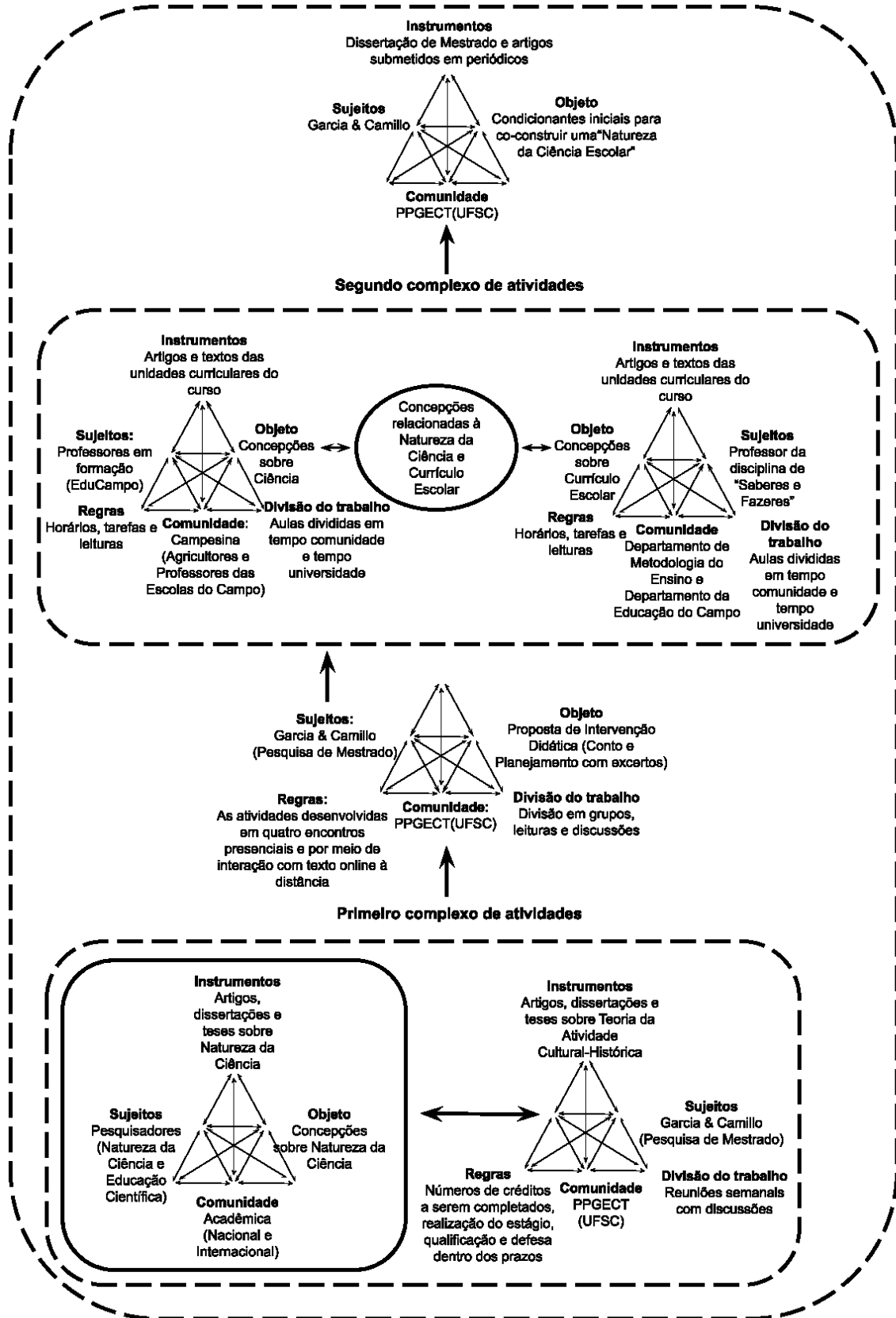
Percorreremos por todos os complexos de atividades - representando-os pelos sistemas de atividades em interação - analisando a constituição de cada atividade, como cada uma se articula com as outras, sem desconsiderar que estas formam um “complexo de complexos de atividades” que é o universo da pesquisa de forma geral. Além disso, vale destacar, que estas apresentam uma estrutura hierárquica - da primeira atividade até chegar na última - não por simples questão cronológica, mas no sentido que tais atividades, conforme se articulam, se complexificam ao longo do tempo. Nesse sentido, que formam-se os complexos de atividades e o universo da pesquisa se constitui como um complexo de complexos.

Deste modo, apresentaremos a constituição de cada atividade e no final olharemos “panoramicamente” para o “complexo de complexos de atividades” apontando que estas atividades emergem, constituem e são constituídas por/neste complexo e somente nelas/a partir

delas os significados são sustentados. Assim, para ajudar-nos na exposição de por onde as análises percorrerão, podemos graficamente, representar esses sistemas de atividades em interação, conforme na figura abaixo:

Figura 5 - Complexo de Complexos de Atividades

Fonte: autor



Complexo de Complexos de Atividades

A partir desta figura, olhando de baixo para cima, encontra-se o percurso que este capítulo seguirá: a seção **4.1** tratará especificamente do **Primeiro complexo de atividades**, de modo que a seção **4.2** tratará da atividade que emerge deste complexo (a proposta de intervenção) e, na sequência, a seção **4.3** tratará da constituição do **Segundo complexo de atividades**, descrevendo e analisando a constituição da atividade nas duas turmas (Turma A e Turma B) onde ocorrerão as intervenções. A partir da análise que ocorrerá em todas estas seções, a última seção, **4.4**, tratará da atividade que ainda pode emergir e se estabelecer (dos condicionantes iniciais para se pensar uma “Natureza da Ciência Escolar”) e do universo da pesquisa como um *todo*, ou seja, esta seção tratará do **Complexo de Complexos de Atividades**, de como as co-construções de discussão emergem das atividades e não “surtem” em um momento estanque.

4.1 A CONSTITUIÇÃO DA ATIVIDADE DE NATUREZA DA CIÊNCIA, DO CONTO E SUAS ARTICULAÇÕES.

A constituição da primeira atividade inicia a partir do primeiro semestre de 2018, com o ingresso do mestrando, um dos autores deste trabalho de dissertação, no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mas isto não significa que esta *nasce* somente neste processo, pois devemos considerar as intenções anteriores, que começam muito antes, inclusive, do processo seletivo para o mestrado. Nesse contexto, como explicitado na apresentação da dissertação - o que poderíamos chamar de *prelúdio da primeira atividade* - a célula-germe, inicia com o episódio com a professora de História, sobre a possibilidade de se ter “fé em Einstein”.

Naquele momento, o mestrando só conseguiu entender o que a professora de História sugeria, de forma extremamente negativa, algo que feria *tudo* o que dizia respeito à ciência e as suas formas de comunicar os métodos pelos quais buscava corroborar suas conjecturas. No entanto, a primeira dificuldade encontrada nesse prelúdio, que é justamente por onde começaremos as discussões, seria em compreender a natureza do que a professora de História queria dizer, com “ter fé em Einstein”, pois inicialmente parecia tratar-se de um problema epistemológico, que facilmente seria resolvido com algumas discussões sobre força heurística, corroborações e refutações. Não que estes conceitos não ajudaram a traçar paralelos e estruturar análises profundas, mas iniciamos a partir da hipótese de que este problema não era *somente* epistemológico. A maior dificuldade foi superar a concepção de que o problema não era

estritamente epistemológico, numa tentativa que quase buscava resolvê-lo num *plano ideal*. Nesse sentido que a defesa de que “[o]s alunos aprenderão a mergulhar em uma análise epistêmica, usando sua experiência estruturada com casos autênticos” (ALLCHIN, 2017, p. 20, tradução nossa) é reforçada, e a dificuldade era compreender os motivos que levavam o ataque a este problema não ser um tipo de “falácia do espantalho”; e foi justamente nessa dificuldade que a idéia para a pesquisa nasce.

Para ilustrar um pouco melhor porque o problema não se tratava puramente de uma questão epistemológica, poderíamos tentar responder “o que é Natureza da Ciência?”; o que nos colocaria em outra classe de problemas, que neste trabalho não conseguiríamos atacar. Entretanto, tentativas de definir Natureza da Ciência, mesmo sabendo das limitações implícitas nestas tentativas, podem constituir-se como exercício interessante. Numa destas tentativas, MOURA (2014, p. 37) nos indica que “estudar a natureza da Ciência significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas”. Não duvidamos deste tipo de asserção, porém mesmo que tentássemos analisar o episódio da professora somente por meio de contrastar a fala dela com aspectos de Natureza da Ciência, os limites se apresentariam exponencialmente em relação às hipóteses.

Por exemplo, se discutíssemos que a fala da professora “nestes cem anos, vocês não tiveram nada além de fé em Einstein” buscando contrastar, por exemplo que:

- a) A fala é problemática por não considerar a construção do conhecimento científico como uma atividade humana dinâmica, por destacar que em cem anos a comunidade científica não fez nada além de esperar;
- b) A fala é problemática por apelar para a atividade científica como dependente de um sentimento de fé no cientista que constrói a conjectura, que considera a fé como um dos valores *necessários* da atuação dos profissionais que trabalham com ciência;
- c) A fala é problemática por pensar que em cem anos de história da humanidade, uma conjectura é “esperada” que seja “verdadeira”, desconsiderando tanto o contexto em que ela foi proposta, o desenvolvimento científico ao longo destes cem anos de história e o momento da detecção como situações isoladas, jamais conectadas;

Poderíamos argumentar nesse sentido, que em termos epistemológicos bastaria que discutíssemos acerca de como o conhecimento científico progride, de como a ciência depende

de alguns valores (e talvez não de outros) ou debater acerca da inexistência de uma verdade absoluta; ou o mesmo clichê de sempre - inclusive questionável - da inexistência de um *método científico*. Todas essas discussões são importantes; mas elas sozinhas, sem o aporte de um referencial educacional não-reducionista, sem a preocupação em tentar analisar os efeitos que este tipo de concepção tem, quando disseminada na educação de forma geral e na formação de professores, não é suficiente. Falas como esta, concepções *distorcidas* da atividade científica já vêm sendo discutidas - com certo grau de eficiência ou não, não poderemos aqui discutir - há certo tempo nas pesquisas em Educação Científica; seja em trabalhos “clássicos” e mais antigos como o de Gil-Pérez *et al* (2001), até em trabalhos mais atuais, como o de Cofré *et al* (2019).

Este destaque que fazemos em relação à necessidade de se aportar num referencial educacional não-reducionista e a dificuldade de superar a concepção de que a fala da professora seria um problema unicamente epistemológico, levou-nos a traçar a hipótese de que a raiz deste problema, expressado na fala da professora, poderia sim ser epistemológica, mas o *problema da pesquisa* não, pois ele abarcava questões também ontológicas, se considerarmos a perspectiva de trabalhá-lo a partir de uma lógica de desenvolvimento humano. Desta forma, na perspectiva do desenvolvimento humano que trabalhamos, sob a óptica da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, inclusive as questões ontológicas são concebidas em processos dinâmicos, ininterruptos:

A ontologia relacional, em forte contraste com a ontologia mecanicista, é focada no contínuo dinâmico de um fluxo incessante de relações entre seres humanos e seu mundo como a base principal sobre a qual os processos de desenvolvimento humano e aprendizagem são iniciados e sustentados (ARIEVITCH; STETSENKO, 2014, p. 219, tradução nossa).

Isto não significa, novamente, que as discussões sobre Natureza da Ciência não nos aportam no tratamento de problemas dessa natureza. Se defendêssemos isto, estaríamos contrariando um dos objetivos deste trabalho, de co-construir discussões acerca de Natureza da Ciência com professores em formação. No entanto, se estas discussões não forem articuladas com um referencial educacional preocupado com as questões ontológicas - que no nosso trabalho é a Teoria da Atividade Cultural-Histórica - acreditamos que os limites serão maiores que as potencialidades, justamente pelo risco de dicotomizar o processo do desenvolvimento humano, interpretando-o, equivocadamente, apartando da realidade humana concreta.

Nesta etapa, dadas estas dificuldades e a busca por superá-las, o contato inicial com o referencial da Teoria da Atividade Cultural-Histórica foi se mostrando profícuo, especialmente

por ajudar-nos, relacionado às discussões de Natureza da Ciência, a trabalhar na perspectiva de que cem anos de atividade científica não estariam simplesmente “passando”, ou estaríamos, com fé, “esperando” a detecção das ondas gravitacionais; pelo contrário, estes cem anos acontecem com muitas idas e vindas, busca de superações de contradições e estabelecimento de novas - ainda a serem superadas - e que não devem/podem ser silenciadas na Educação Científica. Se este problema fosse puramente epistemológico, bastava discutir o papel da fé nas atividades humanas, incluindo a científica como principal foco, o que certamente seria outro trabalho. Parafraçando Lakatos (1983, p. 107) “[a] filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega”, ousaremos dizer que “A Natureza da Ciência sem o aporte de referenciais que considere as questões ontológicas do desenvolvimento humano é completamente inerte”. O referencial nos ajudou aqui, e daqui em diante, a olhar para a atividade científica de forma mais *orgânica* (no sentido de buscar *realmente* compreendê-la como uma atividade essencialmente humana, com todas suas contradições, limites e potencialidades).

Desta forma, a partir de uma releitura coletiva deste episódio com a professora, e durante o processo de escrita do Capítulo 2 (que visou historicizar a detecção das ondas gravitacionais), fomos percebendo que, ainda que continuamos defendendo que a concepção de “fé na ciência” expressada pela professora apresenta mais limites do que potencialidades, a provocação feita por ela foi crucial para *mover* a atividade que, aos poucos, seria constituída.

A partir da identificação das dificuldades, o primeiro passo foi compreender que este problema não seria resolvido pelo mestrando sozinho. Neste sentido, os principais elementos de constituição desta atividade são as reuniões semanais de orientação e as discussões que fazíamos sobre Natureza da Ciência, seja de tópicos ou de artigos relacionados ao tema, formando sistemas de atividades em interação, o nosso primeiro *complexo de atividades*. A constituição deste primeiro complexo de atividades, que nesta seção será analisado, emerge da relação entre os sujeitos (mestrando e orientador) com a atividade de pesquisa de Natureza da Ciência, mas já com a preocupação em tentar guiar estas discussões sempre pensando - ainda que em um *quasi-experimento mental* - a realidade escolar, especialmente na condição da formação de professores. A maior dificuldade nesse aspecto estava relacionada ao problema de interação entre estas atividades na formação deste complexo, pois o único contato que tínhamos com a área de pesquisa de Natureza da Ciência foi por meio das leituras e discussões de artigos *sobre* relações entre Natureza da Ciência e Educação Científica.

Olhando para atividade de Natureza da Ciência - a que “fagocitamos” - o principal problema a ser trabalhado é o investimento exagerado numa tradição de pesquisa que chamamos de *tendência consensualista*. Vale destacar que o problema não é os *aspectos consensuais* ou as *semelhanças familiares*, tampouco a construção de propostas em relação à estas e, menos ainda, uma busca por certo consenso. O problema é que, na maioria das vezes, a construção e didatização destas listas de aspectos consensuais esconde a *natureza contraditória do consenso*, o que para nós, é um dos principais motivos pelos quais essa atividade de didatização não se conecta com demais atividades, não avança como poderia, apresentando mais limites do que potencialidades, desconsiderando o estabelecimento de contradições e a busca por superá-las, considerando-as como **motor das atividades**. Nesse sentido o problema não seria o *consenso em si*, mas a *tendência consensualista* que acaba por construir uma lista de aspectos que não oferece - seja para o debate acadêmico ou para as atividades educacionais - nada que diferencie a atividade científica de outra atividade. O ponto aqui destacado não é que a atividade científica deva ser colocada em um pedestal com vários predicados que justificariam sua superioridade; pelo contrário, é reconhecer que justamente na identificação e debate acerca dos limites e potencialidades da atividade científica que a Educação Científica, quando se articula por meio da Natureza da Ciência, deveria estar voltada.

Desta forma, principalmente inspirados pela ideia de Allchin (2017) de trabalhar Natureza da Ciência a partir de casos concretos, pensamos que seria necessário desenvolver uma *proposta* que envolvesse Natureza da Ciência na formação de professores. No entanto, cabe ressaltar aqui que aquilo que compreendemos como casos concretos não precisa estar necessariamente relacionado a um episódio ou período específico da história da ciência. Não significa, no mesmo sentido, que não devemos trabalhar *a partir de* ou *com os* episódios históricos; apenas que, no nosso ponto de vista, o caso concreto seriam as discussões envolvendo Natureza da Ciência a partir da proposta que construímos, embasados sim, na História e Filosofia da Ciência, mas não limitados por ela.

A proposta, que discutiremos ao longo de todo este capítulo, mas mais detalhadamente na **seção 4.2**, não foi desenvolvida na prática com os Licenciandos exatamente da forma como foi elaborada pela primeira vez. Ela começou com a idéia de construir um texto que, tratando de discussões acerca da detecção das ondas gravitacionais em torno do tema “prova científica”, buscasse suscitar discussões sobre Natureza da Ciência no coletivo de Licenciandos. No entanto, na aplicação piloto - que antecedeu o momento de qualificação deste trabalho - notamos que o “texto pelo texto”, não seria suficiente para suscitar tais discussões. Justamente, essa foi uma

das contribuições da banca de qualificação, que nos provocou positivamente a pensar a respeito de “como fazer toda essa discussão do desenvolvimento humano a partir da Teoria da Atividade Cultural-Histórica e as possibilidades de superação das concepções monolíticas da atividade científica e garantir que esse texto não entrará na dinâmica da atividade com os Licenciandos de forma monolítica?”. Assim, discutiremos o processo de construção deste texto, e como a partir das limitações apresentadas, pensamos em estruturar uma proposta que *juntamente* com o texto não fosse descolada da atividade.

Inicialmente tínhamos a idéia de construir o texto, mas que não fosse nos moldes “acadêmicos” e sim que tivesse outro formato, menos rigoroso em termos de normas técnicas de um trabalho acadêmico. A proposta foi de construir um texto em formato literário (de conto), que pode ser conferido nos apêndices deste trabalho. O conto, intitulado “**O espaço e o tempo de Eleanor**” discorre sobre a personagem que, após ouvir um noticiário (sensacionalista, como a maioria) sobre a detecção das ondas gravitacionais e não fazer a mínima idéia do que se trata, percorre um caminho de casa até a escola perguntando para várias outras personagens e sem obter respostas até chegar na escola, onde os colegas e a professora que gostavam de História da Ciência tiravam todas suas dúvidas. O maior problema no desenvolvimento deste texto, pode ser destacado como:

- a) Que nesse momento, o mestrando queria usar um texto num formato não tão acadêmico tanto por tentar fazer algo “artístico” com Natureza da Ciência quanto pelo pressuposto equivocado de “como os Licenciandos não têm na sua grade uma disciplina de epistemologia eles não devem saber muita coisa sobre Natureza da Ciência” - e supostamente o conto iria “salvá-los” desse problema.

Tal perspectiva salvacionista é um dos fantasmas que assola as propostas didáticas envolvendo Natureza da Ciência ou mesmo História e Filosofia da Ciência, como lembra Acevedo *et al.* (2005, p. 2) “o objetivo a perseguir não é formar filósofos nem sociólogos da ciência, mas ajudar a compreender melhor a ciência e a tecnologia contemporâneas”. Ou seja, a primeira idéia de desenvolver um conto em formato literário para suscitar discussões apesar de bem-intencionado padeceu da perspectiva de resolver todos os problemas envolvendo Natureza da Ciência e Educação Científica. Ainda assim, antes da qualificação do trabalho e do desenvolvimento da pesquisa com os Licenciandos, resolvemos fazer circular o texto com alguns sujeitos, numa tentativa de aplicar uma espécie de piloto.

O procedimento de aplicação piloto foi realizado com cada um dos sujeitos, que receberam uma cópia do conto, sem que lhes fosse apresentado o objetivo do texto, e estes

deveriam tecer considerações a respeito do que no texto mais lhes chamou a atenção e realizar críticas e sugestões. Talvez na própria enunciação desta aplicação piloto já denota-se certa falta de estrutura em relação à mediação deste texto, de modo que apresentaremos como esta aplicação se deu para depois discutir a importância de construir uma proposta que não tornasse o conto um monolito.

Os quatro sujeitos abaixo foram identificados como S1, S2, S3 e S4, de modo que cada um destes recebeu uma cópia do texto e teceu comentários ou sugestões. Como inicialmente não havíamos ainda construído a proposta à luz da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, a idéia era proceder desta forma; entregavam-se os textos a cada sujeito, esperava ouvir destes o que mais chamou a atenção e o que sugeriam alterar e propunham-se ações que buscassem dar conta daquilo que se mostrasse necessário repensar, modificar. Desta forma, a tabela abaixo representa uma síntese desta aplicação piloto antecedente, que visava como objetivo geral **propiciar discussões acerca do conceito de “prova científica” com futuros professores da educação básica:**

<i>Quem comentou</i>	<i>O que comentou (principais pontos)</i>	<i>Como proceder (de forma geral)</i>
S1 (<i>Licencianda em Pedagogia, Mestranda no PPGECT</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “[...] fiquei querendo saber mais sobre as ondas gravitacionais” 2. “[...] importância de alimentar a curiosidade no contexto da escola para que o ‘aprender o novo’ seja mais valorizado do que ‘vencer os conteúdos’[...]” 3. “[...] problematizar os discursos que se tem nas diferentes visões sobre o conhecimento científico” 4. “[...] pensar/refletir a respeito dos diferentes saberes que fazem parte do lugar onde vivemos e a importância de considerá-los no contexto escolar [...]” 5. “[...] a ordem em que a escola organiza o seu espaço e tempo nem sempre está em consonância com os do educando” 6. “Interessante também pensar na legitimidade que as pessoas atribuem ao que é científico e na visão de ciências que se tem, até mesmo para problematizar a imagem do cientista que por vezes aparece na escola [...]” 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Talvez investir em alguma parte do texto onde a professora ou algum colega explique, brevemente, o que são ondas gravitacionais. 2. De alguma forma esse item foi contemplado. Entretanto, avaliar como as “falas forçadas” não dão a falsa impressão de estímulo à criatividade por enfatizarem isso. 3. Acredito que esse seja, na fala desse sujeito, que mais se aproxima do objetivo do texto, que seria discutir Natureza da Ciência centralizando nos aspectos relativos à “prova científica” ainda que nesta frase isto esteja praticamente implícito. 4. Interessante esse destaque. Entretanto, avaliar de que forma o texto discute esses outros saberes e, na medida que discute pouco ou muito, pensar se a ênfase nessa discussão não poderia afastar o leitor do objetivo do texto. 5. Isto talvez remeta ao problema similar de o texto se preocupar em refletir a realidade da escola. Analisar sob essa perspectiva. 6. Essa talvez seja uma das frases mais alinhadas às nossas intenções com o texto, ainda que não explicita o termo “prova científica”, reclama aspectos da estrutura de legitimidade que a ciência confere.
S2 (<i>Professora de Ciências Sociais na EduCampo</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “[...] teu próprio texto revela uma discussão complexa que eu tô sabendo que vocês têm feito né, que tu enfim, que tu tem uma compreensão da produção da ciência de uma forma talvez mais tradicional [...]” 2. “[...] a verdade, como tu mesmo tá colocando no texto né, a verdade e a própria ciência são, constantemente, questionadas né, mudadas [...]” 3. “[...] escrever nesse formato e pensar a ciência fora da caixinha que nos disseram que é, né, da ciência hegemônica, contribui muito assim, pra gente conseguir... enfim, compreender fenômenos sejam eles da área que for assim” 4. “[...] esse formato de escrita, né, deveria... enfim nos instiga a querer saber mais sobre as coisas, sabe?” 5. “[...] claro, foi bastante por cima, não entrou na teoria tal lálálá, mas, como é rico né essa forma de escrita que parece ‘ai que simplifica tudo’ mas eu acho que também consegue dialogar mais [...]” 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliar, sobretudo, o que viria a ser essa “concepção tradicional” e como ela realmente está presente no texto. 2. Vai em consonância com a ideia de a ciência não ser um empreendimento estático, passar por transformações, ser reformulada, atualizada, etc. 3. Ainda que meio confuso, pode ser que essa frase se aproxime das nossas intenções de investigação, no que diz respeito à legitimidade científica. 4. Ponto importante, porém mais relacionado ao formato do texto. 5. Investir na análise de como o texto pode proporcionar esse diálogo, se ele já proporciona, o que fazer para que isso aumente sem forçar diálogos ou situações no decorrer da narrativa.
S3 (<i>Licenciando da EduCampo</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “Bom, a história ficou boa, mas penso que o Pedro aparece muito tarde, é com pouco destaque, aí quando se fala da coletividade, como que um aluno como o Pedro vai se inserir nessa coletividade?” 2. “Para o Pedro ser inserido, talvez precisasse 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Esta frase indica que, possivelmente, o texto não estaria “devidamente endereçado”, carente de aproximação com o leitor. 2. Nesta frase, ainda que em consonância com a primeira, percebe-se uma sugestão

	<p>de um sistema de alternância na escola”</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. “Mas tem a questão da escola ser muito fechada” 4. “E escola fechada acaba mais desmotivando o aluno a aprender” 5. “Mas qual o objetivo dessa história eu não entendi. E discutir tema gerador a partir de uma história?” 	<p>que está relacionada à realidade desse leitor. Ou seja, ainda que possivelmente falte endereçamento, em algum aspecto o texto proporciona a análise de que “algo pode-se fazer em relação à realidade”.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Novamente, esta encontra-se muito relacionada com a anterior. 4. Aqui percebe-se um destaque à estrutura escolar como desmotivadora. Avaliar como tais pontos no texto que suscitam essas discussões, apesar de importantes, não desviem o objetivo do texto. 5. Nesta aponta-se que o texto parece não estar claro em relação a seu objetivo e que os pressupostos teóricos do leitor influenciam diretamente no que ele espera do texto. Novamente, cabe avaliar e pensar como deve re-estruturar o texto para este não se afastar do objetivo.
S4 (Licencianda da EduCampo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “Primeiro o diálogo da Eleanor com a mãe, me parece um tanto forçado e desligado da realidade que conhecemos, pois se eu perguntar pros meus pais que são agricultores e estudaram até a quarta série, com certeza eles não dariam a resposta que a mãe da Eleanor deu e muito menos fariam essa relação” 2. “[...] na realidade professores, principalmente das disciplinas consideradas mais difíceis, vivem fugindo do assunto” 3. “Sei lá, duas coisas estão me incomodando até agora... Esse distanciamento da realidade para parecer um texto mais bonito e a enrolação.. Está bem escrito sim o texto, mas acho que poderia ser mais direto nos seus objetivos, esse detalhamento dá um certo tédio... Isso claro pensando em leitores que não são fãs de Game of Thrones, é claro” 4. “Acho que você deve pensar e ter mais claro qual o objetivo do seu texto.. Porque além de ser muito descolado da realidade, ele enrola muito e diz pouco... Seria bom vc pensar no público alvo, pq assim, acho que por aqui ninguém planta algodão, e se quiser algo de impacto muda p fumo” 5. “[...] outra coisa que senti é que o título é incoerente com o corpo do texto, acho que tbm falta mais conteúdo e não digo propriamente conteúdo de sala, mas falta informações nas falas e na narração” 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Este apontamento remete às falas forçadas, incitando demais uma discussão que possa estar sendo perdida no apelo à sua própria forma de entrar no espaço vivido pelos personagens. 2. Crítica direta à didática de professores em específicos. Avaliar como o texto dá margem muito mais para essas discussões do que para as que objetiva (idealmente). 3. Ainda que esta crítica dependa muito do gosto do leitor e está relacionada com o estilo do escritor, cabe avaliar até que ponto o excesso de detalhamento não desvia o texto do seu objetivo, cuidando, entretanto, para que o texto não perca seu caráter literário. 4. Tal afirmação remete, novamente, à sensação de que o texto está sem endereçamento, descolado da realidade do leitor. Considerando que este será trabalhado no âmbito da EduCampo, cabe repensar como o texto se aproxima mais dos sujeitos. 5. Aparentemente, tem-se uma contradição ou na fala do leitor, ou no texto, de uma forma geral, pois ao mesmo tempo que detalha bastante, não fornece as informações. Cabe avaliar que informações seriam essas que, quando ocultadas atrapalham o entendimento do texto ou, deixando-as ocultas, avaliar se o detalhamento fornecido em outros aspectos não desperta curiosidade nessas supostas informações ocultas.

Tabela 1 - Sistematização das considerações/ações da versão piloto do texto

Fonte: os autores

De uma maneira geral, após o término da primeira versão do texto, o que era esperado em relação a possíveis problemas foram, de certa forma, relatados. O problema esperado em relação à “falas forçadas”, “descolamento com a realidade escolar” e “falta de endereçamento aos sujeitos leitores” eram problemas esperados e que se mostraram, ainda que não de forma consensual, em destaque. Ainda que algumas falas sobre o texto mencionem aspectos aparentemente relativos à “legitimidade científica”, estes ainda não expressam, ao menos em uma análise inicial, descrições a respeito da “prova científica”.

Dentre várias possibilidades, a principal impressão que ficou a partir da aplicação piloto foi que teríamos que rever de que forma poderíamos suscitar as discussões de Natureza da Ciência que abordassem o conceito de “prova científica” ou repensar os nossos objetivos de investigação através do uso do texto; ou seja, ainda estávamos arraigados à idéia de “aplicar” o texto e “coletar informações”, de forma unidirecional, o que não nos ajudava com nossas intenções de investigação. Nessa perspectiva, os principais questionamentos que vieram, foram: de que forma, buscando estreitar o endereçamento do texto, dialogar com o sujeito do campo, não pode reverter-se em outra forma forçada de causar imersão? Será que somente pensando em trazer alguns personagens logo de início no conto, trocar o tipo de cultivo de algodão por fumo, descrever a escola em regime de alternância e buscar atenuar falas forçadas (diálogos exageradamente fora do contexto “real”) é suficiente para que o texto “cole à realidade”? Dentre estes e outros questionamentos, a partir de discussões principalmente ocorridas no exame de qualificação, começamos a desenvolver a idéia de estruturar uma proposta onde o texto faria parte, entrando no “fluxo da atividade” e não “pairando” sobre ela de forma monolítica.

Desta forma, justamente depois do texto feito e aplicado o *piloto*, qualificado o trabalho e começado a aprofundar os estudos na Teoria da Atividade Cultural-Histórica, que percebemos que o texto “em si” não seria suficiente *também* porque a forma como havíamos proposto ele e sua articulação com os sujeitos na aplicação piloto acabava por considerar a linguagem de maneira “mecanicista”, como se o necessário para que o texto não fosse um monolito, seria reescrevê-lo, até que estivesse “adequado”. A partir da identificação desta fragilidade, diversos estudos que realizamos - por exemplo, Camillo (2011; 2015) - mas em especial o trabalho de Jones (2011), nos auxiliou a relacionar *linguagem e atividade*, de modo que a perspectiva de considerar esta relação indica que “é somente em nossa atuação no mundo que criamos signos, já que os signos são ‘elos da cadeia de ação’ nos levando do presente para o futuro com base na experiência e nas circunstâncias” (JONES, 2011, p. 14, tradução nossa). Neste momento entra a necessidade de pensar uma proposta que traria o texto no fluxo das atividades, de modo que

começamos a olhar para o universo da pesquisa à luz dos sistemas de atividade em interação e começamos a construir a proposta com os excertos e o conto.

Em síntese, um dos principais avanços no estabelecimento desta atividade - e do primeiro complexo de atividades, de forma geral - foi conseguir compreender que a postura de tentar resolver o problema envolvendo a fala da professora de forma puramente epistemológica, “usando” discussões de filosofia da ciência e *ensaiando* estar “conversando” novamente com a professora e explicando os porquês de cem anos de Relatividade Geral não poderem ser resumidos a simples “fé em Einstein”, apresentaria mais limites do que potencialidades em relação aos nossos objetivos. Precisávamos pensar nestes cem anos de maneira a *historicizar* o processo, entendê-lo de forma dinâmica. Nesse sentido, os cientistas, as instituições, os processos e resultados da ciência não estão apartados da sociedade. Sendo assim, se não esperamos cem anos pela detecção das ondas gravitacionais, se não esperamos do passado em 1916 pelo futuro que chegaria em 2016, mas sim *construímos o tempo todo* esse futuro, da janela em Berna ao LIGO precisamos de mais do que “fé em Einstein”; o que indica-nos que nosso problema é ontológico também, além de epistemológico.

A partir disto, aprofundando-nos nos estudos da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, iniciamos a construção da proposta, a fim de relacioná-la com a Licenciatura em Educação do Campo, orientando-nos a partir da seguinte pergunta: **como esse conto se articula com a outra atividade?** Nesse sentido, a próxima seção discutirá o estabelecimento da atividade seguinte, de que forma ele emerge a partir do primeiro complexo de atividades, como é estruturada e se articula, em interação com os sistemas de atividades seguintes, formando a atividade que *conecta* este primeiro complexo de atividades com o momento das intervenções com os licenciandos.

4.2 A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA COM OS EXCERTOS.

Nesta seção discutiremos a atividade de construção da proposta para o momento das intervenções com os licenciandos, de modo a considerar este momento como uma atividade que visa sintetizar, por meio de um planejamento (presente nos apêndices deste trabalho), as intenções de pesquisa que tínhamos, uma vez que nos propomos a co-construir discussões sobre Natureza da Ciência. Não significa, entretanto, que a proposta serviu como uma unidade mínima da atividade de pesquisa, mas, neste momento histórico, atuou como uma atividade articuladora entre o primeiro complexo de atividades (o sistema de atividades em interação que descrevemos na seção 4.1) e o segundo complexo de atividades (a atividade com os licenciandos, que

descreveremos na seção 4.3). Desta forma, trataremos desta atividade de construção da proposta como acreditávamos, no momento que elaboramos, que ela seria desenvolvida para somente na seção 4.3 tratar de algumas mudanças que realizamos e de como essa proposta foi realizada com os licenciandos.

A proposta foi planejada para ser realizada com duas turmas do Planalto Norte Catarinense, de sexta fase do curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza e Matemática, da Universidade Federal de Santa Catarina, com quatro encontros, dois em cada turma. Esse curso funciona em regime de alternância, de modo que é dividido entre o Tempo Universidade e o Tempo Comunidade. No caso das nossas intervenções, todos os quatro encontros ocorreram durante o Tempo Universidade, na disciplina de Saberes e Fazeres IV; dois encontros na turma de Rio Negrinho e dois na turma de Mafra, sendo que estes foram planejados da mesma forma para as duas turmas, apesar de já sabermos que tratava-se de um *planejamento* para nos guiarmos, mas que na prática teríamos dinâmicas de trabalho diferentes com cada uma das turmas.

Apesar destas intervenções terem ocorrido no primeiro semestre de 2019, este não foi o primeiro contato que o mestrando teve com as turmas, pois justamente a escolha em trabalhar com elas ocorreu durante o segundo semestre de 2018, durante a realização do estágio docente do mestrando. Como na realização do estágio docência, as discussões estavam relacionadas à alimentação e meios de produção e as turmas participavam de maneira muito ativa, problematizando supostos consensos e se reconhecendo, criticamente, em posições hegemônicas a respeito do assunto, o mestrando sentiu-se curioso em realizar discussões a respeito de aspectos envolvendo Natureza da Ciência, na expectativa de que as participações continuassem ativas. Além disso, apesar das intervenções ocorrerem no âmbito de uma disciplina regular, os licenciandos foram convidados a participar tendo sua identidade mantida anônima, o que pode ser conferido através do *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* (TCLE) presente nos apêndices deste trabalho.

Como a intenção em fazer era proposta era tentar minimizar a possibilidade de o conto ser apresentando aos licenciandos de maneira monolítica, o planejamento buscou introduzir a discussão por meio de textos, para tanto iniciar um primeiro movimento em direção às discussões de aspectos de Natureza da Ciência, quanto de trabalhar com as turmas uma dinâmica de, considerando outros formatos de textos diferentes dos usuais textos acadêmicos, instigar o olhar para textos onde concepções populares sobre ciência eram descritas, não necessariamente de cientistas, mas de diversos outros sujeitos. No entanto, como a proposta visava textos que

fossem curtos (devido ao tempo que dispúnhamos) e que de alguma forma tratassem de “prova científica” ou “a forma como a ciência é utilizada para conferir validade às afirmações”, e que pudessem, na dinâmica dos grupos, provocar para reflexões coletivas, escolhemos alguns excertos de textos que, de maneira polêmica, tentassem explicar algum tipo de fenômeno atribuindo a veracidade de suas explicações a aspectos científicos.

Desta forma, foram selecionados cinco excertos de textos que, em síntese, podem ser apresentados assim:

- Excerto 1 - “Hercólubus, o planeta que se aproxima”, que disserta, quase em tom profético, sobre uma suposta colisão de um planeta desconhecido com a Terra;
- Excerto 2 - “Agrotóxico faz mal à saúde?”, que discute “mitos e verdades” sobre uso de agrotóxicos, de maneira bem sensacionalista;
- Excerto 3 - “Agroglifos em Santa Catarina”, que trata de um fenômeno de aparecimento de desenhos feitos em plantações em Santa Catarina, supostamente feito por forças alienígenas;
- Excerto 4 - “Fenômenos quânticos e problemas familiares”, texto intercalado com entrevista com médica que diz que consegue “curar” problemas familiares e financeiros através de “fenômenos quânticos”;
- Excerto 5 - “Provas científicas de que deus existe”, texto presente no canal do *History Channel*, que traz diversos cientistas e suas pesquisas que supostamente provam a existência de um ser divino, nos moldes do deus judaico-cristão;
- Excerto 6 - “As provas da Terra Plana”, que com uma narrativa de “derrubar a farsa da NASA”, supostamente argumenta ter todas as provas de que a Terra é plana.

O excerto 2 foi colocado neste momento do planejamento, porém foi retirado antes de realizarmos as intervenções. Ele havia sido selecionado, inicialmente, com o intuito de trazer um texto que “se aproximasse da realidade dos licenciandos”, visto que discussões envolvendo uso de agrotóxicos são frequentes no curso, gerando sempre debates calorosos. No entanto, percebemos que essa idéia de colocar um texto para “aproximar-se” da realidade dos licenciandos poderia repetir alguns dos erros cometidos na aplicação piloto do conto, onde havíamos deixados situações que falavam de agricultura de algodão, o que na verdade surtiu o efeito contrário, quase afastando os sujeitos que liam o texto. Desta forma, *mesmo se* bastasse inserir esses elementos para conectar-se com a realidade, o cultivo de predominância na região onde os licenciandos moram, é de fumo, não de algodão. Além disso, como a turma já está

acostumada a discutir a respeito dos agrotóxicos poderíamos talvez entrar em situações que nos afastariam das nossas intenções, como acabarmos fazendo discussões conceituais profundas a respeito de agrotóxicos sem conseguir discutir os outros exemplos e suas múltiplas possibilidades de enfoques.

Ainda que aqui não teríamos espaço para discutir profundamente de que forma o tema dos agrotóxicos sempre se faz presente nos debates destas turmas, é importante destacar que isto se deve à importância que esse assunto tem na realidade dos licenciandos, e não simplesmente à uma obrigatoriedade curricular a ser “memorizada”:

Os alunos não aprendem a memorizar conteúdo para se preparar para o próximo nível acadêmico, nem apenas para serem aprovados nas provas ou obter notas. Em vez disso, os alunos aprendem ciências (e outros conteúdos com valor cultural) porque ampliam suas possibilidades de ação na produção de conhecimento e *artefatos* que, em última análise, beneficiam sua comunidade (ROTH; LEE, 2007, p. 192, tradução nossa).

De tal forma que, na realidade do campo, onde muitos destes licenciandos e suas famílias realizam atividade agrícola, majoritariamente nos moldes de agricultura familiar, realizar atividades envolvendo o tema agrotóxico torna-se uma necessidade, o que intensifica a dedicação e o envolvimento dos licenciandos em debruçar-se sobre o assunto. Ou seja, poderíamos realizar um profundo debate acerca do tema sem fugir das nossas intenções de pesquisa, mas neste momento, resolvemos tirar o excerto 2 por temer que, mesmo que ganhássemos com uma discussão profunda que os licenciandos *já* realizavam, poderíamos utilizar outros exemplos apostando que talvez algumas das discussões que poderiam emergir das atividades utilizando estes excertos fossem algo novo, ou pelo menos não tão comum para os licenciandos.

Os principais desafios encontrados em realizar atividades com textos que sejam distantes do “formato acadêmico” é justamente lidar com fontes pouco confiáveis, muitas vezes até sem nenhum tipo de embasamento em pesquisas. No entanto, como a proposta era justamente circular excertos para levantar discussões onde predicados relacionados à ciência são utilizados para conferir validade à, na maioria dos exemplos, afirmações completamente estapafúrdias, o fato de os excertos serem de formatos diferentes de textos acadêmicos serviu como uma vantagem. Pelo contrário, apesar do formato ser facilmente reconhecido, a maioria dos excertos tenta trazer discussões “científicas”, alegando que suas afirmações são “cientificamente provadas”

De forma geral, a proposta de trazer estes excertos foi de discutir alguns formatos pelos quais o conhecimento científico é utilizado para conferir validação e caráter de assertividade a qualquer tipo de afirmação, independentemente de estas tratem-se ou não de afirmações baseadas em pesquisas sérias. Isto tanto no momento da elaboração desta proposta, quanto agora, é compreendido por nós como algo que pode ser um problema, se considerarmos que as mídias normalmente circulam, em larga escala, notícias com esses mesmos formatos, tanto divulgando de forma distorcida somente os resultados de atividades científicas, quanto ajudando a popularizar outras atividades que alegam ser científicas.

Apesar de o nosso objeto de estudo não ser, nesse momento, as relações entre as mídias e as representações do conhecimento científico, essa preocupação permeou a construção da proposta, principalmente na tentativa de não promover a discussão somente em torno deste tema e afastar-se das intenções que tínhamos. Entretanto, a importância de problematizar as mídias, vem sendo destacada, como no trabalho de Cardoso & Gurgel (2019), como uma das finalidades mais importantes para o ensino de ciências:

Se estas questões – por sua amplitude e complexidade – parecem distantes dos desafios enfrentados por educadores e educadoras em ciências, esta é somente uma falsa impressão. A mesma sociedade marcada pelas Fake News é a que acompanha movimentos de negação das ciências, como o movimento anti-vacina, os grupos terraplanistas e os que negam o aquecimento global. Se concepções ingênuas de ciências foram até o momento interpretadas como “epistemologias espontâneas” manifestadas por estudantes, agora fica claro que as mesmas são fruto de embates sociais (CARDOSO; GURGEL, 2019, p. 91).

Ou seja, ainda que não focalizamos nossa proposta em torno da ação de problematizar as mídias, nossas preocupações em relação às representações monolíticas da atividade científica vão ao encontro desta ação, principalmente no que tange às diversas tendências *anticiência* que podem emergir quando não há debate em torno destas questões na Educação Científica.

No momento da proposta, ainda consideramos no Encontro 1 realizar discussões a partir destes excertos e depois apresentar o conto para os licenciandos lerem em sala e debaterem acerca de se e como este conto tratava de aspectos envolvendo “prova científica” e como veiculava representações a respeito da atividade científica. Na proposta ainda, pensamos em deixar o momento do Encontro 2 para os alunos modificarem o conto e, a partir de um debate coletivo, finalizar esse conto em um formato que fosse considerado por esse coletivo adequado para ser trabalhados em aulas na educação básica das escolas do campo. Somente então na finalização deste Encontro 2 - e conseqüentemente das intervenções - o mestrando diria que estas discussões estariam relacionadas à Natureza da Ciência e à História e Filosofia da Ciência.

Em tempo, ainda antes de realizarmos as intervenções, percebemos que esta ainda seria uma maneira muito propedêutica de realizar tais intervenções e realizamos algumas modificações, no que diz respeito à forma como estes excertos para serem debatidos seriam inseridos na dinâmica da disciplina de Saberes e fazeres IV (a fim de minimizar a possibilidade destes participarem de um momento isolado durante as aulas) e, de forma geral, de como ocorreram a co-construção de discussões. Estas e outras alterações serão discutidas na seção seguinte, de maneira que nos orientaremos a partir da pergunta: **como esta proposta se articula, de modo que os processos e resultados dela se tornem objeto nas atividades seguintes, possibilitando que estas interajam com e por meio dela?** Ou ainda, de forma geral: **como esta proposta é incorporada enquanto uma atividade de pesquisa em interação com a atividade da disciplina de Saberes e Fazeres IV, constituindo sistemas de atividade em interação e formando o que chamamos de *segundo complexo de atividades*?** A partir dessas questões que em seguida discutiremos o momento das intervenções.

4.3 O MOMENTO DAS INTERVENÇÕES.

Considerando a proposta de intervenção já concluída, tratando-a em termos de planejamento para nos guiarmos, percebemos que, mesmo preocupados em não introduzir de forma “descolada” do contexto da aula as discussões que planejamos, tanto no Encontro 1 quanto no Encontro 2 poderíamos criar uma situação “forçada” se simplesmente apresentássemos os excertos (Encontro 1) e pedíssemos para os alunos refazerem o conto (Encontro 2). Em seguida, iniciaremos esta seção discutindo a forma como buscamos contornar essa possibilidade de criar situações forçadas.

Antes de iniciarmos as discussões, cabe destacarmos, para fins de organização, como os participantes da pesquisa aparecerão identificados e salientar que, nesta seção, discutiremos separando por turmas. Assim, como utilizamos um TCLE, um dos princípios trata-se do anonimato dos participantes, de modo que utilizaremos as seguintes siglas:

- P1 e P2 - Para “Pesquisador 1” e “Pesquisador 2”, que somos nós, orientando ou orientador;
- Ln{TA} ou Ln{TB} - Para os(as) licenciandos(as) e suas respectivas turmas. Por exemplo, L1{TA} será o(a) licenciando(a) 1 da turma A, L1{TB} será o(a) licenciando(a) 1 da turma B, e assim por diante.

Desse modo, para buscar minimizar esse tipo de situação, no Encontro 1 a aula da disciplina de Saberes e Fazer IV teve a dinâmica de em um modo em que os licenciandos, a partir de discussões prévias envolvendo currículo de ciências na escola, traziam e avaliavam na aula materiais escolares utilizados nas aulas de ciências, como livros didáticos ou planejamento dos docentes (às vezes seus próprios). A partir disto, como notamos que ao avaliar estes materiais que fazem parte da prática educativa os licenciandos traçavam paralelos com a atividade científica, pedimos para “deslocarmos” as discussões; aquilo que estávamos olhando nos materiais, as diferentes formas como a atividade científica era manifestada, faríamos, em grupo, olhando para os excertos:

Tudo que a gente fez olhando para o livro a gente olha agora pensando em fazer ciência
(P1, introduzindo a atividade com os excertos no Encontro 1, Turma A)

Essa fala remete à proposta de deslocamento, pensando em olhar para a atividade científica da mesma forma que olhamos para a atividade educativa nas aulas de ciências, ou mesmo nos materiais. Vale ressaltar que a idéia de tratar isso como um “deslocamento” não foi por acaso nem uma decisão tomada por nós *a priori*. Resolvemos tratar desta forma por perceber, durante a atividade com os licenciandos, que esta opção poderia envolvê-los mais na discussão, sem simplesmente inserir algum debate descolado da aula. Esta mesma maneira de introduzir a atividade que propomos foi realizada na Turma B.

As mudanças realizadas no encontro 2 foram realizadas antes da realização do encontro, pois, ao invés de trazermos o conto para a sala de aula e refazermos com os alunos, utilizamos este como mais um material que nos ajudaria na constituição das atividades, como os excertos e as próprias discussões que da atividade com estes emergiram. Desta forma, a principal diferença foi que os estudantes leram o conto à distância, via *google drive*, pensando nas potencialidades e limites de utilizar aquele texto em aulas de ciências nas escolas do campo, para então no Encontro 2, trazer tanto as discussões a partir da leitura do conto quanto para se envolver na atividade que planejamos. Nesta atividade, após discussões ainda envolvidas com currículo de ciências na escola, o mestrando introduziu uma proposta de deslocamento parecida com a do Encontro 1. Como nesse encontro, a proposta da disciplina era “identificar quais vozes (a voz do mercado de trabalho, a voz da família, a voz da ciência, etc.) aparecem no currículo escolar de ciências”, olhando para projetos políticos pedagógicos, o mestrando introduziu as discussões - com especificidades em cada turma, que discutiremos - mas de maneira geral, visando

problematizar essa “voz da ciência”, discutindo como os licenciandos entendiam a atividade científica.

Nesse sentido, estamos olhando para este momento considerando a disciplina de Saberes e Fazeres IV com a nossa proposta de intervenção como uma atividade que se relacionando com a atividade dos licenciandos constitui nosso *segundo complexo de atividades*. Cabe destacar que, como nas seções anteriores discutimos o primeiro complexo de atividades (seção 4.1), a atividade de construção da proposta (seção 4.2) que articula e segundo complexo (seção 4.3), somente na seção seguinte, discutiremos a forma como estes três momentos se articulam para formar a *célula-germe* de nossa pesquisa. Neste momento, nesta seção 4.3, estaremos discutindo o estabelecimento deste segundo complexo de atividades.

Apesar de termos planejado os dois encontros uniformemente para ambas as turmas e, em algumas situações, certas discussões até foram similares, não podemos agrupar essas duas turmas como se fossem um grande coletivo pois cada uma delas possuem suas especificidades, ainda que aqui estaremos analisando estes encontros em turmas separadas como constituintes da atividade. Como são dois encontros por turma e o interesse não é “analisar a turma” mas sim o desenvolvimento da atividade, a divisão que faremos é só em termos de organização, pois estaremos analisando por encontros, considerando que cada um desses encontros 1 e 2 são ações (organizadas por suas operações) que constituem a atividade e, conseqüentemente, o segundo complexo de atividades. Nessa perspectiva, na subseção 4.3.1 discutiremos o Encontro 1 e 2 realizados na Turma A, enquanto que na subseção 4.3.2 faremos o mesmo para a Turma B.

4.3.1 Encontros realizados na Turma A.

Considerando que notamos já no Encontro 1 que os licenciandos usualmente traçavam paralelos entre a atividade educacional e atividade científica, seja em exemplos ou buscando discutir os processos de construção de conhecimentos nestas atividades, resolvemos buscar provocar reflexões considerando esta tendência como uma estratégia, uma vez que um dos nossos objetivos era justamente discutir, em termos de aspectos de Natureza da Ciência, a atividade científica como uma atividade humana. Desta forma, a partir da atividade com os excertos, tentando aproximar estes de um contexto de uma aula de ciências, tratamos a possibilidade destes excertos ocorrerem em uma aula onde os licenciandos estariam atuando, como no exemplo abaixo, em um diálogo entre P1 e L1 {TA}:

Mas se esse texto tivesse na aula? Ou se o aluno viesse falar exatamente isso que o texto tá falando, como que a gente ia reagir? Imagina se essa coisa esbarra na atividade de vocês (P1, Encontro 1)

Eu ia dizer assim ó: ‘cada um tem uma teoria, ou acredita em alguma coisa’. Eu não tô mostrando o lado da ciência [...] eu não vou querer desmistificar, querer que ele [aluno] e falar ‘não, isso tá errado’ ou ‘não, você tá certo (L1 {TA}, Encontro 1)

Superficialmente, poderíamos analisar a fala de L1 {TA} estaria se esquivando das discussões com o estudante buscando evitar conflitos entre as crenças dos estudantes e os processos e resultados da ciência. Entretanto, se considerarmos a perspectiva de não almejar que o estudante busque uma análise dicotômica entre errado e certo, notamos que existe uma dimensão de não buscar uma defesa da “ciência pela ciência”, no sentido que L1 {TA} parece não intencionar que o estudante *acredite* na ciência, mas sim que se aproprie criticamente das discussões. De certa forma, esta perspectiva contribui para refletirmos que, se nos comprometermos em realmente trabalhar Natureza da Ciência na escola, o objetivo da educação científica deve ser promover o entendimento da ciência e não a crença nela (TABER, 2017).

Trabalhar tais discussões acerca da atividade científica com os estudantes visando não promover a *crença* na ciência mas buscando co-construir possibilidades de apropriação da ciência *pelo e para* os estudantes, apesar de não ser uma tarefa simples, pode ser parte de um projeto que busca uma educação científica que realmente promova as transformações sociais. Desta forma, trabalhar nessa perspectiva de evitar que criemos na ciência buscando que transformemos a realidade também por meio dela, explicita algo que nunca está ausente nas atividades humanas: a agência. Considerar a agência sobre a realidade não como algo que surge e desaparece, mas que constitui o próprio eã da vida humana, é considerar que “os seres humanos não estão meramente à mercê dos contextos institucionais existentes, mas são dotados do poder de agir” (ROTH; LEE, 2007, p. 210, tradução nossa). Entretanto, isto não significa afirmar que os contextos em que os sujeitos estão inseridos nada influenciam na sua capacidade de agir sobre a realidade; pelo contrário, significa que é justamente pela capacidade de agir que os sujeitos *transformam* tal realidade, criam e recriam esses contextos. Apesar da agência não surgir num “estalo”, advogar por esta como constante na vida humana é considerar também que em situações desumanizantes, por exemplo, os próprios sujeitos, muitas vezes, não conseguem sair destas situações por existirem forças sociais desiguais que trabalham para inibir tal capacidade de transformação, uma vez que esta depende também da força popular, sobretudo da atividade humana coletiva em prol da transformação das situações injustas.

Não temos por objetivo colocar que a dimensão de *crer* na ciência esteja

automaticamente no lado contrário de *aprender* ciência, como se nos processos de aprendizagem em nenhum momento *acreditássemos* e *desacreditássemos* em diversas coisas. No entanto, chamamos a atenção que buscar por uma educação científica onde os estudantes creiam na ciência e não problematizem sua realidade por meio dela pode ser uma maneira distorcida de se fazer educação científica. Nesse sentido, o diálogo entre L3 {TA} e P1 elucida uma situação que envolve a dimensão de “acreditar”:

Tem uma outra coisa aí que ‘cê’ pode duvidar. Eu sou um dos caras que não digo que pisaram na lua (L3 {TA}, Encontro 1)

É, mas e aí, duvidar é um problema? (P1, Encontro 1)

Que com a tecnologia que você tem hoje os caras tão tentando ainda em 2022 ir pra lá? (L3 {TA}, Encontro 1)

Desta forma, ainda que evidências acerca de afirmações científicas possam ser materiais potentes em discussões envolvendo os processos e resultados da ciência, evidências utilizadas “em si mesmas”, descoladas da perspectiva de compreendê-las como parte de uma construção dinâmica que é a ciência, fomentam a crença dos estudantes na ciência e não a apropriação desta. Talvez, certa indignação expressa por L3 {TA} em relação a acreditar que o ser humano tenha pisado na Lua está mais relacionada à certa cobrança, ao longo dos anos, de que este acreditasse nisso ao invés de ser convidado/envolvido a *refletir* sobre a possibilidade deste fato científico nas aulas de ciências ou em outras situações onde a ciência é representada.

Um dos motivos que podem levar com que se promova que os alunos acreditem na ciência ao invés de se apropriarem criticamente desta, pode ser a perspectiva equivocada de que somente mostrar evidências do fenômeno (ou episódio histórico, teoria, etc.) que se deseja discutir é suficiente para que este “faça sentido” para os estudantes:

É na resposta dos alunos a uma típica pergunta de professor, que encontramos a variedade dos sentidos diante de objetos empíricos trazidos para a escola. Para alguns, pêndulo é ‘um troço que balança’ para outros é ‘um movimento causado pela gravidade’; os objetos não coincidem (CAMILLO, 2011, p. 131).

Nesse sentido, até mesmo evidências que demonstram o fato “pouso na lua” se desconectam da compreensão acerca deste fato pelos estudantes, pois a “imagem pela imagem” não é suficiente - o resultado sem o processo, de nada ou muito pouco serve - se o objetivo for uma educação científica que realmente promova o desenvolvimento de possibilidades concretas de emancipação humana.

Ainda continuando o diálogo com L3{TA} e com o grupo em que ele estava inserido no momento da atividade, P1 tenta dar um exemplo, que envolve L4{TA} na discussão, aprofundando-a na problemática de “crer na ciência”:

E o outro lado: será que a gente entende as provas que a gente aceita como verdade? Hoje a gente têm uma verdade que é colocada pela escola, pela mídia... que dizem pra gente que isso foi provado cientificamente. Mas a gente não consegue ainda, com nosso conhecimento, contestar essas provas (L4{TA}, Encontro 1)

L4{TA} explicita, nesse exemplo, a insuficiência de tentarmos buscar uma educação científica que acredite que apresentar as provas, as evidências por si mesmas pode de alguma maneira apresentar mais potencialidades que limites. Como destaca Collins (2015, p. 1050, tradução nossa) “[m]as olhe um pouco mais de perto o que acontece na sala de aula: as crianças nunca estavam fazendo ciência, estavam a imitando”, ou seja, tanto na formação básica quanto na superior, poucos avanços nos oferecem perspectivas que visam reproduzir a aceitação passiva ao invés da apropriação crítica da ciência.

Cabe destacar que não estamos defendendo que utilizar um corpo de artefatos que consideramos evidências de determinado fenômeno ou teoria científica não seja uma prática que possa potencializar a comunicação e/ou a educação científica. No entanto, defendemos que estas devem ser trazidas nas dinâmicas das atividades, considerando que estas evidências, em certa medida, *servem* às argumentações e explicações e não se sustentam “por conta própria”, como monólitos. Nesse sentido, “[a] ciência é poética, deve ser poética, tem muito a aprender dos poetas e devia pôr as imagens e as metáforas poéticas a serviço da sua inspiração” (DAWKINS, 2000, p. 299), pois as evidências podem ser utilizadas como ferramentas para auxiliarem nos processos de aprender e ensinar ciências inclusive do ponto de vista de relacionar-se com perspectivas poéticas, filosóficas, como, por exemplo, quando buscamos aprofundar a noção de que somos “poeira das estrelas”, considerando que os constituintes das moléculas de nosso corpo foram “forjados” no interior das estrelas. Desta forma, a abordagem se apresenta ao mesmo tempo como problema e solução, pois tais problemas ou soluções não residem nos artefatos “em si”, mas na forma como trabalhamos com estes considerando os objetivos de comunicação e/ou educação que temos.

Considerando ainda discutir os aspectos que envolvem “acreditar” na ciência, bem como esse destaque que realizamos acerca das evidências e das possíveis formas de utilizá-las (ainda que não nos aprofundemos nestas formas aqui), cabe trazermos alguns exemplos onde se discutem questões relacionadas à autoridade científica. Em um dos grupos, tratando do excerto

sobre os “agrolifos”, especificamente sobre o questionamento acerca de que mensagem esse texto buscava “transmitir”, o seguinte diálogo se estabeleceu:

Essa mensagem é: ‘existe troço, a gente tá mostrando que esse troço existe’, ou é outra mensagem? Que que o texto tá tentando dizer sobre os agrolifos? (P1, Encontro 1)

Ele tá levando você a acreditar que existe! Quando ele fala que o pesquisador já participou de várias investigações e cita aí os outros casos, acho que ele fala isso como se fosse uma coisa muito importante, sabe? (L6{TA}, Encontro 1).

Nota-se que L6{TA} expressa que a mensagem que o texto tenta passar é de autoridade, através do processo de “levar a acreditar” por meio de um relato onde supostamente o “pesquisador de agrolifos” tenha participado de diversas outras pesquisas, ou seja, que possui vasta experiência no assunto. Mesmo não admitindo que encontraremos a “verdade absoluta”, podemos considerar que, a cada pesquisa, cada desafio superado, estamos *conhecendo mais* a realidade, lembrando que “como nunca podemos saber com certeza, não podemos também adotar uma atitude autoritária, pretensiosa ou orgulhosa em relação ao que sabemos” (POPPER, 2008, p. 17).

A partir de discussões como essas, que envolvem inclusive questões políticas acerca do papel dos cientistas na sociedade e de como esse papel é interpretado popularmente, alguns autores, como Allchin (2004) e Camillo (2019) discutem a importância dos estudos sobre Natureza da Ciência não ignorarem as contribuições da Sociologia da Ciência. Particularmente em relação à questões que envolvem a “autoridade científica”, um dos caminhos para discuti-la, seria trabalhando aspectos de Natureza da Ciência que tratassem dos erros cometidos na atividade científica, de modo que os “estudantes precisam aprender sobre isso para ajudar a entender o erro científico e os limites da autoridade científica pragmaticamente” (Allchin, 2004, p. 944, tradução nossa). Nesse sentido, no exemplo dado por L6{TA} o autor do texto busca inferir autoridade através de um discurso onde só se destacam experiências positivas, de diversas pesquisas que participou e de como “chegou à verdade inédita”, discutindo muito pouco ou quase nada a respeito de realmente *fazer* ciência.

Poderíamos aqui fazer um longo ensaio somente sobre essas estratégias de apelo à autoridade científica e discuti-las em relação à dinâmica da atividade científica, pois certamente teríamos vários outros exemplos. No entanto, ainda preocupados com esta questão, podemos destacar que ela emerge e é notada de diferentes formas, inclusive por meio do uso de uma linguagem específica visando algum tipo de validação ou aceitação. Neste mesmo diálogo levantado por L6{TA}, L7{TA} lhe pergunta se o texto cita alguma base de dados, fonte de

pesquisa, ou se “tem um aporte científico”. Ainda que a pergunta seja pertinente, e que certamente é uma preocupação que devemos ter, sempre que estivermos acessando qualquer tipo de pesquisa, a resposta de L6{TA} vincula-se à linguagem como uma forma de garantir autoridade científica:

Mas eu acho, é que talvez ele usa essas palavras difíceis e esses termos assim, um texto mais intelectual para dar a sensação de que isso é realmente verdade, que é algo científico (L6{TA}, Encontro 1)

É uma forma de convencimento né? (L7{TA}, Encontro 1)

Exatamente! (L6{TA}, Encontro 1)

Essa fala de L7 é muito interessante, pois apela para a questão discursiva, inclusive, quando afirma, concordando com L6, que a escrita “difícil” é uma “forma de convencimento”. Claro, que aqui estamos considerando discurso”, ou mesmo “linguagem” na perspectiva da atividade, não como carregando significados “em si”, ou que a simples escrita de termos técnicos *per se* apela para autoridade científica, tampouco estamos defendendo que compreender que a atividade científica possui algum tipo de autoridade e responsabilidade em relação ao conhecimento que produz é um problema; o problema, na nossa perspectiva, é que clame-se por esta autoridade de forma *autoritária*, o que nos levaria a problemas ainda maiores.

A discussão acerca da autoridade científica, muitas vezes, está relacionada à necessidade de conferir credibilidade às afirmações ou proposições realizadas. Não acreditamos ser um problema utilizar-se de estratégias que demonstrem credibilidade ou confiabilidade no que se discute, caso contrário estaríamos inferindo que explicitar fontes seguras e apresentar claramente os processos e resultados de pesquisas seria algo inútil. No entanto, se as formas de se buscar conferir confiabilidade e credibilidade ao que se infere não forem acompanhadas de discussões claras a respeito das metodologias utilizadas, dificuldades e êxitos, dos processos dinâmicos por onde a pesquisa caminhou e de que forma essa sustenta seus resultados, dificilmente estaremos tratando de pesquisas confiáveis e credibilizadas. E isto serve não somente para pesquisas relacionadas à Física, Química ou Biologia, mas também para as pesquisas em educação científica; de nada ou muito pouco adianta apresentarmos somente “o que deu certo”, ocultar “o que deu errado” acreditando que essa higienização dos processos e resultados irá surtir o efeito de credibilidade e que estaremos sendo honestos com a prática de pesquisa e com quem a acessará.

Nesse sentido, o formato como se divulgam notícias acerca da atividade científica,

sejam estas fraudulentas ou não, podem contribuir para visões distorcidas de ciência, dificultando muito os processos de buscar emancipação humana por meio da educação científica. Mesmo que tais notícias possam ser usadas justamente como materiais para discutir tais visões distorcidas em sala de aula, o efeito que causam pode ser desastroso e esperar que estas simplesmente deixem de existir pode ser uma passividade pouco útil. Nesse aspecto, L8{TA} faz uma fala que remete, em certa medida, aos efeitos que o sensacionalismo de algumas notícias que tratam de pesquisas científicas pode ter:

Tem uma teoria que diz que o Sol lá vai acabar em energia e que todo mundo vai morrer. Eu acredito mais nessa do que num planeta que tá chegando (L8{TA}, Encontro 1).

L8{TA} refere-se ao excerto que trata a alegação de que um suposto planeta Hercólubus se chocará com a Terra e busca justificar esta alegação como uma “teoria científica”.. O mais interessante aqui é que L8{TA} compara as duas “teorias” - da morte do Sol e do planeta Hercólubus - em “pé de igualdade” e apela para o que mais é crível para ela. Nesse sentido, cabe nos questionarmos, se a forma como as notícias vinculadas à morte do Sol tivesse sido realizada com esse formato profético com que as notícias do planeta Hercólubus são feitas, L8{TA} poderia estar tendo esta impressão sobre a morte do Sol. E vice-versa:

O místico se contenta em gozar a admiração e alegra-se com um mistério que não fomos ‘feitos’ para compreender. O cientista sente a mesma admiração, mas fica inquieto, não se contenta com isso; reconhece que o mistério é profundo, depois acrescenta: 'Mas estamos trabalhando nisso' (DAWKINS, 2000, p. 37).

Poderíamos, ainda nesse aspecto, argumentar que as explicações *não científicas* muitas vezes buscam *contentar-se* com o mistério, de forma sensacionalista e mesmo que a atividade científica deva avançar em relação ao contentamento com o mistério, pouco adianta continuar divulgando-a de maneira sensacionalista achando que isto seduzirá ou interessará mais. Ou seja, apesar de parecer que isto limita-se à questão discursiva (no sentido estrito de quem defende discurso como “mera enunciação”), remete à linguagem como uma atividade, no sentido de que os significados são produzidos pela linguagem de forma orgânica, provocando sentimentos e demandando explicações que estabelecem-se na ampla gama de relações na qual estes significados “explodem”, montam e remontam, e não no formato *em si* do texto, clamando ou não por cientificidade. A linguagem não é, repetimos, um mero conjunto de símbolos e enunciados apartados da ação humana.

Além disso, similar ao exemplo que trouxemos anteriormente sobre o pouso na Lua, uma análise superficial da fala de L8{TA} poderia remetê-la à “ingenuidade” ou simples dificuldade em entender qual “teoria” é a “correta”. Ainda que defendamos que uma análise da estrutural conceitual e epistemológica de ambas as afirmações (da morte do Sol e do planeta Hercólubus) nos ajudará a identificar que a primeira trata-se de uma pesquisa séria e a segunda de alegação conspiracionista, cabe destacarmos que o manifesto de L8{TA} nada tem a ver com ingenuidade e sim com percepção crítica acerca das forma como as notícias são divulgadas. Possivelmente, se L8{TA} compreende uma alegação conspiracionista como mais crível que uma pesquisa científica isso se deve a vários fatores que nunca estão localizados *somente* nos sujeitos tampouco *unicamente* na notícia, como se fossem entes isolados. No entanto, desses diversos fatores não se exclui a forma como se divulga e ensina ciência e não podemos continuar, superficialmente, em situações como essa expressa na fala de L8{TA}, reduzir a análise à ingenuidade de quem fala ou sensacionalismo da fonte que divulga como se não possuíssemos responsabilidade em relação a ambos.

Considerando ainda essa responsabilidade nas diversas formas como ensinamos e divulgamos os processos e resultados da atividade científica é que cabe destacarmos a importância de construir discussões sobre aspectos acerca da Natureza da Ciência tanto na educação básica quanto superior. Nesse aspecto, um dos fatores que mais chamou a atenção, já nesse Encontro 1 das intervenções, foi a maneira como os licenciandos freqüentemente relacionavam a atividade científica com a atividade educacional:

Se fosse possível a gente afirmar isso, sair daqui; ‘não, tudo bem, a Terra é plana’, como que eu explico isso agora de uma outra forma? (L7{TA}, Encontro 1)

Existe uma contradição aí? (P1, Encontro 1)

É... porque daí tudo que se ensina hoje nas escolas estaria errado (L7{TA}, Encontro 1)

Ou seja, ao mesmo tempo que L7{TA} explicita a preocupação em relação à atividade científica considerar a conspiração acerca do formato da Terra ser plana como algo aceito a partir de um determinado momento, algo que é verdade, quase automaticamente já se questiona a respeito de como ensinar isso na escola. A preocupação, nesse sentido, não reside somente no âmbito epistemológico, do que consideramos “verdade”, tampouco somente técnico, daquilo que “a ciência explica” e nem somente no como ensinar “o que é verdade” e “o que a ciência explica”; a relação que L7{TA} expressa é dialética, no sentido de que, quando uma nova

explicação sobre um fenômeno já conhecido de uma forma emerge na atividade científica *ao mesmo tempo* ele estará presente na atividade educacional, pois a responsabilidade, o compromisso em relação à educação científica, ou mesmo a construção do currículo, envolve não somente aquilo que *devemos* mas sim o que *podemos* ensinar. Isso não significa que todo professor ou professora de ciências deve levar todo e qualquer avanço, descoberta ou nova teoria científica para ser debatido em sala de aula - como se fosse possível acompanhar todas as pesquisas em todas as áreas do conhecimento - mas significa não desconsiderar que o estudante, seja por qual veículo for, poderá ter contato com esse tipo de explicação acerca de fenômenos, sejam eles pesquisas científicas ou teorias conspiratórias, e deveria encontrar na escola um espaço que dedicasse à essas discussões importância igual a que dá aos conteúdos previstos e sistematizados na grade curricular formal.

Aspectos relacionados à Natureza da Ciência, portanto, deveriam ser considerados como parte integrante do processo de formação dos cidadãos, e não serem encontrados somente em atividades específicas, esporádicas, como por exemplo, nas intervenções que realizamos para o desenvolvimento desta pesquisa. Pensar em um currículo escolar, seja em termos tanto de compreender o currículo para além de somente as unidades curriculares a serem ensinadas quanto se preocupando com a estrutura dessas unidades e a forma como podem se articular não é tarefa fácil, principalmente se considerarmos que padecemos da tendência de sempre dicotomizar as atividades humanas. A fala de L9{TA}, sobre o excerto “provas científicas de que deus existe” remete ao equívoco, que costumamos repetir, da justaposição das partes e da (muitas vezes não) relação com o todo:

Pra mim, isso não explicou nada, porque eu não entendi. Sei lá, se ele fosse explicar alguma coisa cientificamente acho que ele tinha que trazer uma opinião de um, uma opinião de outro, sei lá, juntar tudo e montar alguma coisa que fosse lógica pra mim (L9{TA}, Encontro 1)

De modo que o mais interessante é, mais uma vez, identificar que mesmo expressando um fetiche que normalmente reproduzimos de uma relação imediata entre *as partes* e *o todo*, a fala não denota passividade ou incapacidade de compreensão e sim indignação em relação às formas como a explicação e a compreensão não são um processo linear entre fonte e receptor, como se o conhecimento partisse do enunciado e chegasse no ouvinte/leitor, num trânsito sem tráfego:

Nem tampouco o caminho para se conhecer a realidade é a justaposição do conjunto

isolado de conhecimento produzido sobre cada uma das partes isoladas que fazem parte deste longo processo. O conhecimento é, no entanto, um modo de apropriar-se da relação destas partes com o todo, conhecendo o seu mecanismo de reprodução e, sobretudo, a maneira como veio a existir e como pode ser superada de maneira consciente pela humanidade (CAMILLO, 2015, p. 160).

Novamente, conhecer/transformar a realidade está relacionado *ao mesmo tempo* com processos de apropriação/objetivação desta realidade e não como mera união forçada de conhecimentos e ações isoladas.

As formas de divulgar e ensinar ciência, ou mesmo de compreender as demais atividades humanas, de forma individualizada e dicotômica, como discutimos no capítulo 3, é um fetiche que faz parte de um processo/projeto de sociedade que precisa ser desmistificado e combatido. Ainda sobre o mesmo excerto “provas científicas de que deus existe”, mais ao final do Encontro 1, o debate avançou em relação à importância de debater ciência e religião na escola. Nesse sentido, L1 {TA} fez uma fala que remete às escolhas que muitas vezes nós professores fazemos em relação a este e outros debates:

Pra quê debater religião? Acho que assim, não agrega nada. Cada um tem a sua, tudo bem! Quando começar a me afetar, quando a religião de outro me afetar, tipo... é, o caso do aborto, que é uma questão religiosa que me afeta daí eu posso problematizar questões num debate (L1 {TA}, Encontro 1)

Aqui percebe-se que a individualização é utilizada quase como um mecanismo de defesa. É como se só fosse importante discutir tais temas se estes “me afetam diretamente”, ou que só deveríamos abordar esses assuntos na escola quando estes afetam diretamente o aluno, como se esses debates estivessem isolados das diversas formas de representar a atividade científica, dos diversos significados atribuídos à ciência e, ainda, como se existisse uma maneira de “afetar indiretamente”. Isto relaciona-se, dentre outras coisas, com Stetsenko (2005), onde se discute os planos individuais e coletivos da atividade humana:

Entre esses desafios estão questões cruciais sobre o papel da subjetividade humana na realização das atividades, e se tanto funcionamento individual e coletivo estão implicados no desenvolvimento humano. Em outras palavras, o principal desafio hoje é conceitualizar os processos psicológicos evitando os extremos de reduzi-los sejam a um reino mental separado (por exemplo, o desafio mais tradicional) ou, alternativamente, ao reino essencialmente sociológico dos discursos e práticas coletivas (STETSENKO, 2005, p. 72, tradução nossa).

Nesse sentido, ainda nos cabe a análise de que a compreensão individual de L1 {TA} não necessariamente é uma exclusividade pessoal e sim reflexo de uma sociedade que *ainda*

possui o individualismo exacerbado como um processo/projeto que precisa (e pode) ser combatido também por meio da educação científica.

Até aqui realizamos relato e análise dos principais destaques do Encontro 1, com a Turma A. Certamente deixamos de notar tantos outros momentos que poderiam ser destaques como possivelmente devemos ter adicionado aqui alguns que poderiam ser considerados por outros como menos relevantes, mas esse é também o processo de pesquisa, uma atividade (felizmente) em movimento. Antes de irmos para a próxima subseção onde faremos as discussões com a Turma B, passaremos ainda nesta para o Encontro 2 ocorrido na Turma A.

Iniciando as discussões que faremos do Encontro 2 com a Turma A, cabe destacar que o conto que produzimos não será aqui analisado porque os comentários via *google drive* que os licenciandos fizeram, de certa maneira, estão relacionados com as discussões que foram feitas nesse Encontro 2, tanto com a Turma A quanto com a Turma B. Da mesma forma que foi manifestado sutilmente no Encontro 1, ambas as turmas fizeram comentários no conto que remetiam às relações entre a atividade científica e a atividade educacional, de modo que compreendemos que ele foi importante como um articulador, de maneira que entrou no fluxo da atividade de uma forma a contribuir para sintetizar algumas discussões do Encontro 1 e articular/provocar reflexões para o Encontro 2. Nesse Encontro 2, a perspectiva envolvia olhar para outros materiais, como no Encontro 1 foram livros didáticos e depois os excertos que trouxemos, neste Encontro 2 os licenciandos trouxeram Projetos Políticos Pedagógicos (PPP's) das escolas em que lecionam e planejamento de aulas.

Um dos destaques nesse momento e que contribui para o nosso entendimento de que as discussões foram fortalecidas pela indissociação que os licenciandos faziam entre a atividade científica e a atividade educacional, foram a maneira como estes discutiram a relação entre essas atividades a partir de um olhar para os PPP's e planejamentos. A forma de olhar e falar sobre estes materiais sempre envolvia uma preocupação com a aula na escola, com a forma como o professor lecionava, sempre buscando exemplos que vinham de suas práticas ou da prática de professores que no estágio os licenciandos acompanharam. Propomos, desta maneira, que os licenciandos, quando analisando tais materiais, buscassem identificar de que maneira “a voz da ciência” aparecia, era manifestada, nesses materiais.

Nesse sentido, percebeu-se um movimento de considerar, o próprio currículo escolar, para algo que está além de simplesmente uma lista de conteúdos a serem ensinados. Logo no início do encontro, a fala de P2 remete à essa discussão:

Essa lista de conteúdos... eu acho que toca num ponto importante pra gente [...] eu tenho a sensação que essa lista, do jeito que vocês apresentam, é o que talvez materialize aquilo, por exemplo, da expectativa social pra escola, no campo das ciências (P2, Encontro 2)

Nesse momento, os licenciandos comentaram que notaram uma relação entre ciência e mercado de trabalho presente na grade curricular que analisaram:

Na grade curricular, tem uma mistura entre a ciência e o mercado de trabalho que a gente identificou (L6{TA}, Encontro 2)

Esse destaque que L6{TA} faz é interessante, principalmente se considerarmos que, às vezes até sem querer, acabamos defendendo a educação científica com um discurso que reforça a idéia hegemônica de sermos “melhores cidadãos inseridos no mercado de trabalho”, sem perceber que estamos numa perspectiva mercadológica de educação. Logo, aparentemente, para estar no “mercado de trabalho” é necessário saber/consumir mais ciência. Será que o principal objetivo é instigar os estudantes a serem cidadãos que consumirão mais (ainda) que a educação científica deva estar organizada? Não significa que não acreditamos nas potencialidades de uma educação que fomente o acesso à ciência, seja a materiais de divulgação científica ou mesmo profissões que envolvam trabalhar com atividade científica, mas, significa, como já destacamos, que a educação científica deve voltar-se à uma apropriação crítica da ciência, de modo que essa sirva ao estudante. Desta forma, Yacoubian (2017), tratando de como algumas propostas estadunidenses e européias muitas vezes operam nessa perspectiva mercadológica de educação científica, tratando os estudantes como consumidores, destaca que “[u]ma maneira de analisar isso é que, nesse caminho, a educação serve à economia, garantindo a produção de consumidores que possam contribuir com o processo de acumulação de capital” (YACOUBIAN, 2017, p. 8, tradução nossa). De modo que, uma coisa é fomentar o interesse pela ciência por meio de discussões que envolvam a profissão dos cientistas e como funciona *trabalhar com* ciência; outra coisa completamente diferente é ensinar ciências para que os estudantes aprendendo-a possam ser “melhores consumidores”:

Portanto os produtos culturais resultantes do processo de objetivação são sempre sínteses da atividade humana. Daí que, ao se apropriar de um produto cultural, o indivíduo está se relacionando com a história social, ainda que tal relação nunca venha a ser consciente para ele, como é o caso, para a grande maioria das pessoas, da apropriação da linguagem oral (DUARTE, 2004, p. 51).

De modo que a ciência, assim como qualquer outra atividade humana deve servir à sociedade, e não o contrário, sendo um produto cultural apropriado/objetivado pelo ser humano e não coisificado por ele.

Ainda na pertinência da discussão (que possivelmente é mais ampla do que nesse momento poderemos discutir) sobre uma educação científica que vise compreender a ciência como uma atividade humana que sirva à sociedade, um dos exemplos presentes em um diálogo entre P1 e L2{TA} remetem à importância dessa discussão. Na ocasião, no Encontro 2, L2{TA} comentando sobre atividades desenvolvidas durante seu estágio, em uma escola da região, manifesta justificativas sobre a escolha em estudar, dentre vários aspectos, o Projeto Político Pedagógico da escola:

O PPP ainda é de 2017. O professor [...] tanto que foi lido, a gente até escolheu a escola porque ele tem projetos e tal [...] mas o que o professor trabalha é a ciência pura, sabe [...] ele tem um outro projeto que é sobre as borboletas, um estudo sobre as borboletas do município que é bem científico [...] não é uma coisa que envolva a comunidade [...] teria que envolver mais alunos e envolve aqueles dois cdf's e pronto (L6{TA}, Encontro 2)

Deixa eu ver se eu tô entendendo ou se eu tô fazendo uma redução muito bruta do que tu tá dizendo. Não importa o quão mais próximo dessa ciência, 'ciência de laboratório', vamos chamar assim, fazer uma caricatura disso. Não importa o quão mais próximo ele esteja disso e internacionalizando esse processo, a aula dele ainda é uma aula que os alunos olham pra aquilo e falam 'tá o quê que...?' (P1, Encontro 2)

É! A gente assistiu duas aulas dele, ele fala numa linguagem que talvez nem a gente aqui, talvez compreendesse algumas coisas (L6{TA}, Encontro 2)

Não é a mesma ciência que ele tá fazendo das borboletas a ciência que ele tá ensinando na sala de aula? (P1, Encontro 2)

Não! [...] os alunos ficam na sala todos quietinhos, tentando compreender o que o professor fala, mas é que foge da realidade deles (L6{TA}, Encontro 2)

Apesar de representar um diálogo aparentemente breve, ele veio em um momento muito ativo de discussão, de modo que enquanto L6{TA} reconhecia que o professor em questão realizava muitas atividades diversificadas e estivesse envolvido com produção científica, a aula dele parecia ser “desconectada” da realidade dos estudantes. Esse problema de desconexão com a realidade, muitas vezes, se deve à maneira como “as definições de objetos de conhecimento de situações de ensino-aprendizagem realizadas de forma arbitrária, de antemão, ou as condições que levam à realização de forma aligeirada” (BRICK, 2017, p. 206), sem desconsiderar que, muitas vezes, essas definições não são acidentais e sim parte de um processo/projeto de sociedade individualista, reprodutora de desigualdades e que não reconhece (ou não permite) a

transformação da realidade por meio da educação científica.

Esse diálogo, principalmente no momento que P1 faz a pergunta “*Não é a mesma ciência que ele tá fazendo das borboletas a ciência que ele tá ensinando na sala de aula?*” juntamente à percepção que tínhamos de que os licenciandos sempre traçavam paralelos entre a atividade científica e a atividade educacional, reforçaram a idéia de que não poderíamos discutir aspectos de Natureza da Ciência, novamente, considerando uma “ciência em si” ou tomando como modelo as “idealizações da ciência”. Não significa que apenas pelo fato de considerar elementos da realidade local dos licenciandos estaríamos automaticamente resolvendo o problema do distanciamento que muitas vezes ocorre entre a ciência e a escola, mas significa que notar, na fala dos licenciandos, que estes consideram esse distanciamento um problema, já reforça a idéia de que necessitamos de um aprofundamento nas discussões sobre ciência que aparecem *na escola*; não assumindo que a atividade educacional e a atividade científica são a mesma coisa, mas considerando a produção de conhecimento na atividade educacional como *também* conhecimento científico.

Além disso, na própria fala de L6{TA} aparecem traços de uma noção dicotômica a respeito da ciência e da ciência na escola. Novamente, não significa que isto seja uma concepção ingênua da atividade científica, justamente porque a fala não reforça isso, mas apresenta, ao mesmo tempo, a percepção de que essa “ciência pura” que o professor faz pesquisando borboletas, além de carecer de envolvimento com a comunidade, acaba por envolver “aqueles dois cdf’s e pronto”. Ou seja, o incômodo o destacada por L6{TA} diz respeito tanto à falta de envolvimento dos estudantes que esse tipo de dicotomia provoca quanto como, em certa medida, ele foge do contexto local, como se realmente a “ciência pura” nada tivesse a ver com a “ciência da escola”. Novamente, não estamos defendendo que a atividade científica é uma generalização do que é mimetizado nas atividades que envolvem ciência na escola, tampouco vice-versa; no entanto, não é curioso, se buscamos o desenvolvimento de situações concretas de emancipação humana por meio da educação científica, que a atividade científica não tenha praticamente nenhuma (ou pouquíssima) relação com a atividade educacional?

Considerando essa relação entre a atividade científica e a atividade educacional uma questão profunda que certamente não esgotaremos neste trabalho, pensando nas discussões que envolvem aspectos de Natureza da Ciência, vale destacar que “nós ainda não sabemos muitos detalhes específicos a respeito de como estudantes e professores aprendem aspectos particulares de Natureza da Ciência” (COFRÉ *et al.*, 2019, p. 205, tradução nossa). Nessa perspectiva de buscar superar, na educação científica, a idéia de que esta seria uma mimetização direta da

atividade científica, buscando compreender ambas como atividades humanas distintas e, na relação entre estas discutir aspectos de Natureza da Ciência, o diálogo estabelecido entre P1 e L6{TA} foi dando espaço para novas discussões durante o Encontro 2. Uma destas, em um diálogo estabelecido entre P1 e L2{TA} ocorreu bem no momento que os alunos estavam discutindo se existem ou não etapas a serem seguidas rigidamente quando lecionam ciências:

Tem um método que a gente segue, etapa por etapa, que começa observando, começa experimentando, e a gente chega na conclusão? É assim que a gente faz ciência? Ou, pelo menos, é só assim que a gente faz ciência? (P1, Encontro 2)

Não, não é só assim que a gente faz ciência! (L2{TA}, Encontro 2)

Então por que tem que ser só assim que a gente dá aula de ciências? (P1, Encontro 1)

Não, não existe uma regra de passos pro professor dar aula [...] eu tenho que pensar que eu tô trabalhando com pessoas e pessoas elas são diferentes (L2{TA}, Encontro 2)

Deste modo, nota-se na fala de L2{TA} que ela considera a inexistência de uma regra que obriga a seguir etapas rígidas (passo-a-passo) para dar aula de ciências não porque quando pensa na atividade científica L2{TA} *sabe* da “inexistência de um método científico”, mas sim porque “trabalha com pessoas e pessoas são diferentes”. Estamos chamando a atenção para isso, devido à fala nos remeter tanto à percepção de que os licenciandos não dicotomizam a atividade científica da atividade educacional quanto à discussão que tradicionalmente se faz da “inexistência de um método científico”, como se repetir esse *mantra* fosse suficiente para compreender que a ciência pode e é feita de diversas maneiras e metodologias diferentes. Ou seja, de nada adianta ficar repetindo que não existe método científico pois, além deste ser um enunciado vazio - no sentido que não representa nada a complexa gama de relações que se estabelece com e para a ciência - acaba por reforçar a falsa idéia de que sabendo desta informação, estaremos imunes de reproduzir as concepções que possuímos sobre a atividade científica, sejam elas consideradas “adequadas” ou “distorcidas”.

Finalizando esta subseção que apresentou as discussões realizadas nos dois encontros na Turma A, na subseção seguinte (4.3.2) faremos o mesmo procedimento para tratar das discussões que foram realizadas nos dois encontros da Turma B, de modo que no final colocaremos uma questão para ser discutida na última seção deste capítulo (seção 4.4) sobre como estamos interpretando os sistemas de atividades em interação como um *todo*, e o que estamos compreendendo como esse *todo*.

4.3.2 Encontros realizados na Turma B.

Da mesma forma como na Turma A não apresentamos as discussões tomando como base cada um dos grupos e os excertos que estavam discutindo, mas sim as discussões que se destacaram de acordo com os aspectos envolvendo Natureza da Ciência, com a Turma B, nesta subseção, irão aparecer discussões que não apareceram na Turma A, e vice-versa, pois a centralidade da nossa análise está nas discussões que emergem na atividade e não em categorias pré-estabelecidas. Isto não significa que algumas discussões ou caminhos percorridos não serão similares, ou que não existirão comparações, somente chamamos a atenção que não temos a intenção de apresentar uma análise que tendenciosamente buscará convergir discussões em torno de categorias ou elementos delineados *a priori* e sim trazer à tona a co-construção das discussões com o coletivo dos licenciandos.

Similar às discussões feitas com a Turma A sobre a “linguagem científica”, na Turma B, principalmente no excerto que tratava de “solução de problemas familiares através da física quântica”, L1 {TB} faz uma fala que remete à legitimação de certos discursos através de uso de “termos científicos”:

Na escola, essa mulher foi dar uma palestra [...] ela citou vários exemplos, então se você pensa coisas boas você vai atrair coisas boas. Mas é bem complexo [...] e é aquela questão de trazer termos científicos, né, pra falar sobre alguma coisa (L1 {TB}, Encontro 1)

Nessa fala, L1 {TB} expressa que a forma como a palestrante aborda física quântica para resolver problemas familiares parece não estar conectada com alguma possibilidade real de transformação, de melhoria de alguma necessidade ou problema, e sim de discursos “travestidos” de conhecimentos científicos visando receberem maior aceitação ou legitimidade. Não significa que na atividade científica, muitas vezes, não utiliza-se de estratégias de convencimento ou facilitadores de acordo coletivo, visando aceitação e legitimação, mas chamamos a atenção para a questão de que, nesse caso, a apropriação do termo “quântico” e a forma como (misteriosamente) se advoga pela solução dos problemas familiares não fica clara, além de individualizar o processo, como se dependesse unicamente da “boa vontade” dos sujeitos para solucionarem problemas reais de suas vidas. Defender que a solução para problemas familiares é algo “quântico” e que depende de “pensamento positivo” coloca toda a problemática social, histórica e cultural de condições dos sujeitos como unicamente sua responsabilidade, culpabilizando-os, de certa forma, ao passo que ainda lhes sugere, cobrando-

os, de pensarem positivamente pois com simples pensamentos positivos tais problemas deixariam de existir. Responsabilizar os sujeitos diretamente por essas condições e sugerir que depende do pensamento positivo dos mesmos para automaticamente saírem destas condições pode se demonstrar muito mais desumanizador do que solucionador, minimizador de injustiças.

Cabe destacar, desta forma, que no momento de construção do currículo escolar a forma como se escolhem e trabalham conteúdos também pode reforçar tal desumanização. Assim, inspirados por Freire (2011), Alves & Silva (2015) destacam que:

O conhecimento como uma construção permeada de valores e intencionalidades é passível de ser utilizado para diferentes fins, ou seja, pode tanto humanizar sujeitos, servindo à transformação da realidade, quanto desumanizá-los, servindo a sua conservação (ALVES; SILVA, 2015, p. 192).

Ou seja, as atividades enquanto fundantes da realidade humana não possuem em si mesmas, essencializadas, caráter humanizador ou desumanizador, mas sim são organizadas e atuam por e através dos seres humanos em função da humanização ou desumanização.

Ainda nesse aspecto, no mesmo diálogo envolvendo os “pensamentos positivos”, L2{TB} indica, com um exemplo direto, a ineficácia desta defesa quase mágica do “pensamento positivo” frente às situações de desigualdade social:

É uma coisa também engraçada, porque pô, imagina que você tá lá num contexto numa periferia, com violência, que adianta você pensar ‘ah, vai ficar tudo certo’? (L2{TB}, Encontro 1)

Desta forma, ainda que aqui não conseguiremos explorar a fundo tanto as formas como alguns discursos fora da atividade científica buscam legitimação por meio do “discurso científico” quanto as formas como a própria atividade científica busca acordo/legitimidade entre seus pares, cabe tentarmos a partir desta fala destacar que, a perspectiva de apelar para a necessidade de “pensamentos positivos” como a chave para a minimização das desigualdades, escancara na falta de resultado efetivo, uma situação que pode ser tão desumanizante quanto a própria proposta de minimizar tais desigualdades. Ou seja, tais formas “alternativas” de se resolver problemas podem ser tão desumanizantes - por serem pouco ou nada eficazes - quanto a própria situação desigual/desumana que os sujeitos enfrentam. Nesse sentido, é como se tanto estes outros tipos de atividade quanto a atividade científica - e todas as atividade humanas, de forma geral - não são essencializadas, nunca são *somente boas* ou *somente más*, *unicamente potenciais* ou *unicamente limitantes* em si mesmas; trata-se de possuírem, ao mesmo tempo,

potencial humanizador e desumanizador, dependendo da maneira como são organizadas/efetivadas/legitimadas na/pela realidade:

O lugar que a Ciência, ou qualquer forma relativamente autônoma de atividade humana, ocupa na totalidade da sociedade assume formas bastante diferenciadas, postas pelos problemas histórico-sociais concretos de cada época. Neste sentido, uma forma específica de objetivação não contém em-si a capacidade de desempenhar um papel humanizador ou desumanizador, isso somente se dá pelas relações que estabelece com a cadeia de relações estabelecidas historicamente, sua função social. Tomemos, por exemplo, a teoria de Darwin, que em um momento histórico serviu para introduzir na natureza um princípio historicizador, ampliando as possibilidades de compreensão da realidade pelos seres humanos, enquanto esta mesma teoria, em outro momento histórico, foi utilizada para justificar concepções fascistas de sociedade. Isso explicita, em grande medida, a impossibilidade de conceber uma objetivação humana apartada da totalidade concreta na qual se efetiva como transformadora da realidade (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 117).

Se a atividade científica, por exemplo, humaniza ou desumaniza os sujeitos esta não se trata de uma ação isolada, ou um atributo *em si* da atividade científica e sim das diversas formas de como estas atividades serão constituídas, apropriadas/objetivadas pelos sujeitos visando a opressão/desumanização ou a superação destas opressões e desumanizações. E o mesmo vale para outras atividades, no sentido de que não significa que o próprio enunciar que sugere resolver problemas familiares através de “pensamentos positivos” carregue *em si* o “germe da desumanização”, tampouco o da humanização, visto que em alguma medida essa atividade poderia *realmente* auxiliar os sujeitos a resolver seus problemas. No entanto, considerando especificamente o exemplo presente na fala de L2{TB}, adentrar um contexto de extrema desigualdade social e sugerir que a superação dessa desigualdade dependa somente de “pensamentos positivos” pode ser tão cruel, desonesto, meritocrático e desumanizante quanto a própria realidade desigual, contribuindo inclusive, para deixá-la *ainda mais* desumana, nunca auxiliando a superar tais desumanizações.

Desta forma, todo conhecimento, enquanto atividade humana, possui um potencial de transformação da realidade, que nunca está localizado/essencializado *em si* mesmo, mas sim na relação que os seres humanos envolvidos na produção deste conhecimento estabelecem. Neste sentido, qualquer tipo de conhecimento pode ser usado para transformar a realidade deixando-a menos injusta e mais igualitária ou aumentando as desigualdades sociais e as situações desumanizadoras. Tanto o conhecimento científico quanto o conhecimento “não científico” tem potencial humanizador e desumanizador; de modo que qual potencial será mais acentuado, irá depender de todos os componentes (sujeitos, objetos, instrumentos, regras e divisão do trabalho) e da dinâmica destas atividades. Ou seja, nenhum tipo de conhecimento humaniza ou

desumaniza *per se*, o potencial de humanizar ou desumanizar está relacionado aos aspectos ontológicos do estabelecimento destas atividades e da forma se e como sustentam significados. Logo, todo conhecimento, toda atividade humana, possui ao mesmo tempo potencial humanizador e desumanizador de transformação da realidade.

Ainda discutindo, mesmo que brevemente, estas estratégias de legitimação e convencimento na qual todas as atividades humanas operam, vale destacar como, mesmo neste espaço onde discutimos os destaques da Turma B, chamar a atenção de como a busca e a aceitação de tais estratégias se relaciona com a dimensão de “crer” na ciência que destacamos durante as análises da Turma A, na seção anterior. Nesse aspecto, uma fala de P1 {TB} relaciona-se à possibilidade (ou não) de crer em “evidências” acerca de “fatos”:

Têm piadas também dizendo assim: ‘ó, realmente o homem não foi à lua de verdade, foi gravado, foi filmado né, e chamaram um diretor famoso pra filmar que era o Stanley Kubrick [...] só que ele era tão metucioso que ele foi filmar lá na lua” [risos coletivos] [...] a gente constrói evidências, talvez, pra dizer que a gente foi pra lua, e as teorias das conspirações tentam construir evidências pra dizer que não foi. E com a Terra plana a gente faz a mesma coisa. Talvez o nível de coerência que a gente usa pra falar que o homem foi à lua ou não é um, e pra falar que a terra é plana ou não é outro (P1, Encontro 1)

Nesse sentido, ainda que sem resposta imediata, cabe o questionamento: de que maneiras argumentar que, a distinção de que existam diferentes níveis de coerência, de “colação” com a realidade que dependem das atividades e a forma como sustentam significados entre diferentes atividades nos ajuda mais a superar as desigualdades do que reforçá-las? Em outras palavras, defender que a atividade científica possui maneiras mais potentes de explicar/transformar a realidade pode nos auxiliar a acentuar o potencial humanizador ou desumanizador desta atividade? Ou ainda, defender que outras atividades possuem tais maneiras mais potentes, auxilia a acentuar quais destes potenciais, humanizador ou desumanizador? Precisamos defender “um lado” em um embate entre ciência e “não ciência” ou discutir de que formas essas atividades, nas relações que se estabelecem em e por meio delas, ajudam a potencializar a transformação positiva da realidade? Poderíamos destacar, ainda, que buscar que os estudantes *creiam* no pouso do ser humano na lua, como já comentamos, tem um potencial muito mais desumanizador do que *convidar* os estudantes a buscar elementos que promovam o entendimento acerca deste fato, considerando *se* e *como* este entendimento pode ajudar a transformar a realidade, a compreender os processos históricos de apropriação/objetivação desta realidade por meio dos seres humanos ao longo dos anos de sua existência e construir o futuro desta existência a partir do *agora*.

Ainda que a preocupação com as discussões que estamos aqui realizando seja também a de não desembocar em juízos de valores - atitude que nos afastaria, inclusive, dos nossos propósitos teóricos e metodológicos - é tentador, olhando para falas como a de L4{TB}, sobre os agrolifos, indicar a fragilidade que reside na maneira como alguns destes outros tipos de conhecimento (não) explicam claramente seus métodos, tampouco apresentam ou justificam a relevância de qualquer um de seus resultados:

Ele tenta explicar como que surge esses agrolifos aí nas lavouras, mas a gente chegou a conclusão que eles também não sabem como surge aquilo ali (L4{TB}, Encontro 1)

Novamente, falas como essas ou mesmo a discussão que estamos realizando não apagam o fato de que manipulações, explicações insuficientes ou mesmo atitudes antiéticas estão presentes também na atividade científica *justamente* por esta se constituir como uma atividade humana. No entanto, neste caso, onde estão presentes estes “outros tipos de conhecimento” nos perguntamos o “Como?” e não o “O quê” que estes tipos de conhecimento falham em demasia em relação à atividade científica. Não estamos dizendo que a atividade científica não esteja repleta de situações onde o “Como?” também é respondido com dificuldade, ou mesmo desviado; o ponto é que, à primeira vista - o que carece de uma análise mais profunda que aqui não poderemos realizar - que estas outras formas de conhecimento às vezes são simplesmente representações fraudulentas travestidas de conhecimento científico que, na melhor das hipóteses considerando seu potencial desumanizador, padecem mais da dificuldade de sustentarem significados do que a atividade científica, pois tais formas de conhecimento, muitas vezes, possuem métodos mais misteriosos e confusos de apresentação de resultados do que aqueles utilizados na atividade científica.

Tal discussão mais preocupada com o “Como?” e não tanto com o “O Que?”, no sentido que muitas vezes na busca de uma definição estática, uma coisificação das atividades humanas, nos importamos mais em definir o que as coisas *são* e pouco nos atentamos para o fato de elas *serem/fazerem* (ou mesmo *funcionarem*) de forma não dicotômica, nos assinala que se faz mais importante e potente lembrar que “o foco não está no ‘O que é ciência?’ mas ‘Como a ciência funciona? Como justifica suas conclusões?’” (ALLCHIN, 2017, p. 24, tradução nossa).

Nesse sentido, nossa defesa de que, em casos como explicitados na fala de L4{TB}, não fica claro exatamente quais são os resultados desenvolvidos nestes outros tipos de atividades tampouco a metodologia utilizada, não se trata de uma preocupação unicamente metódica, acusando somente a fragilidade das metodologias envolvidas nestas atividades. O que

discutimos, está mais relacionado à justificação destas conclusões, tanto em termos de relevância quanto de capacidade de transformar a realidade. Justificação ainda, compreendida nesse sentido, para além do âmbito estritamente epistemológico de contextos de justificativa, mas compreendendo tal ato de justificação relacionado com a relevância social destas atividades, de uma necessidade de retorno à sociedade que muitas vezes não ocorre de forma efetiva/clara. Não significa que a atividade científica não padeça, em algumas situações, da mesma carência de retorno à sociedade que inclusive, em diversos contextos, é quem financia pesquisas desenvolvidas, mas significa unicamente que dentro das possibilidades e limites deste trabalho, estamos aqui discutindo quando isto *não* ocorre nestas outras atividades que se promovem como científicas, mas não esquecendo da importância de realizar estas discussões envolvendo a atividade científica:

O suposto prestígio da ciência não pode, no entanto, ser tomado de modo acrítico, sobretudo num momento em que conhecimentos de/sobre a ciência são proclamados como necessários para que os indivíduos possam participar de uma sociedade cada vez mais influenciada pela Ciência e Tecnologia (CAMILLO; MATTOS, 2019, p.96-97).

Se o conhecimento científico é um dos conhecimentos importantes para o desenvolvimento humano ele não deve ser colocado como *status* de crença, mas como *possibilidade de conhecer*. Nesse aspecto, a citação acima, de Camillo & Mattos (2019) se alinha com Taber (2017), que já discutimos anteriormente quando tratamos da necessidade de superar a concepção de que os alunos *creiam* na ciência. Ainda que Taber (2017) não indique uma postura antagônica e dicotômica em contraposição ao ato de *crer* na ciência e sim faz uma análise crítica desta postura, a discussão trazida por Camillo & Mattos (2019) avança em relação a Taber (2017) no sentido que indica que o problema não reside na sensação de suposto prestígio da ciência, tampouco nas dicotomias *crer* ou *não crer* e sim numa perspectiva de envolver os sujeitos, da possibilidade de conhecer, apropriando/objetivando esta realidade de forma crítica.

A necessidade de superar a perspectiva de crença na ciência buscando promover possibilidades concretas de conhecer, não se trata de assumir ingenuamente que o acesso à educação científica que envolva os estudantes na perspectiva de somente aprenderem a identificar a *relevância da ciência* por si só garantirá a apropriação crítica desta por meio desses estudantes. Os extremos se mostram como problemáticos nesse sentido, pois buscar identificar a *não relevância da ciência* também não confere garantia semelhante:

Nosso ensaio acerca das relações entre educação, ciência e sociedade, por meio da célula contraditória da “relevância da ciência”, dar-se-á a partir da consideração que as atividades são o tecido da realidade humana e que a ciência tem sua origem nos complexos processos de transformação da realidade operados pelos seres humanos (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 98).

Camillo & Mattos (2019), nesse sentido, trazem à tona a discussão de que tomar a contradição presente na *relevância da ciência* - ou considerá-la uma unidade contraditória - é o que permite discutir sem dicotomizar os processos históricos de transformação da realidade por meio da atividade científica. Assim, por considerar a gênese e o desenvolvimento da atividade científica de forma crítica que podemos evitar certas dicotomias, seja de crer acriticamente ou negar abruptamente as proposições, metodologias, resultados e relevância da atividade científica.

A importância, contudo, de além de considerar tal gênese e desenvolvimento deve reverberar na atividade educacional com conteúdo científico, na educação científica, de maneira geral. Mais uma vez, ainda que estejamos trazendo nas falas dos licenciandos exemplos onde outras atividades se apropriam da linguagem científica para ganhar legitimidade muitas vezes de maneira desumanizadora, não excluímos a importância de olhar para momentos onde a atividade científica possa ter realizado apropriações similares. Como não nos aprofundaremos nesse aspecto neste trabalho, a importância de realizar essa mesma análise em situações envolvendo a atividade científica é por nós reconhecida, mas é também reconhecido que neste momento histórico não faremos tal reflexão, podendo fazê-la em trabalhos futuros.

Tratar dos potenciais humanizador e desumanizador das atividades depende inclusive de compreender que este envolve a ética que deveria estar presente nas relações humanas, o que certamente envolve a atividade educacional. A perspectiva de desumanização, nesse sentido, fere a perspectiva ética de emancipação humana por meio da educação científica. Muitas vezes a própria noção do cientista como se esta figura apagasse o humano, no sentido que é como se os “cientistas” não fossem os “seres humanos que trabalham e desenvolvem a atividade científica coletiva” acaba por silenciar a perspectiva potente de que “a pesquisa profissional (de conhecimento universalmente novo) não precisa estar desvinculada das demandas concretas do povo” (BRICK, 2017, p. 174). Entretanto, além disso, a concepção de desumanização está relacionada à perspectiva fetichizada de apartar os seres humanos de sua realidade, de desumanizar por tentar representar a realidade concreta como se os sujeitos fossem artificiais ou entes que às vezes materializam sua agência sobre ela, e não como um processo contínuo de construir e ser construído pela realidade. Nesse sentido, é na importância de considerar a

objetividade que constitui a subjetividade humana e a relevância das atividades humanas coletivas “que o indivíduo e o mundo deixam de ser realidades separadas” (STETSENKO; ARIEVITCH, 2004, p. 492, tradução nossa).

Ainda nesse aspecto, reforçando que as dicotomias são sempre um problema, nem compreender a ciência *somente* como a atividade suprema detentora das verdades universais tampouco compreendê-la como *somente* acordos estabelecidos entre pares de cientistas minimiza a reprodução fetichizada e desumanizadora da atividade científica, inclusive quando presente na atividade educacional:

Do mesmo modo que conceber a tecnologia como mera aplicação da ciência protege a ciência de ser analisada na perspectiva de sua função social, a formulação de que a ciência é um acordo discursivo entre seus participantes, ao contrário de atacar o positivismo como concepção metodológica, protege a ciência de ser objeto de análise crítica na sua capacidade de produzir conhecimento sobre a realidade e, sobretudo, do seu papel no desenvolvimento humano, no seu potencial humanizador (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 109).

Não significa que a atividade científica não seja potente na sua busca de transformação da realidade ou que não entenda, ainda que em alguma medida, que lida com a realidade, com algo *verdadeiro*; do mesmo modo que não significa que a atividade científica não dependa de acordos entre seus pares. O problema está no emprego de *somente*, no sentido de que a atividade científica seria/teria unicamente tais propósitos. Dessa forma, refazendo a nossa frase de que as dicotomias são sempre um problema, podemos adicionar que são problema justamente por essencializar as atividades humanas, quando na tentativa de proteger tais atividades (como a científica) de críticas e exposições, acabam por representá-las de maneira estática, como uma justaposição de “coisas” pré-estabelecidas, contrariando e silenciando àqueles processos dinâmicos que as constituem e, portanto, dificultando sua potência de transformação da realidade.

Até esta parte realizamos trouxemos as discussões a respeito dos destaques do Encontro 1, com a Turma B. Diferentemente da Turma A, em termos de quantidades de ponto que destacamos, tivemos menos na Turma B, o que não significa que encontramos menos qualidade em relação às discussões realizadas nessa turma. Assim, provavelmente podemos ter enfatizado algumas falas à luz de algumas discussões e esquecido ou não notado outras, mas acreditamos ter explicitado elementos suficientes para realizar nossas discussões. Na sequência, discutiremos os destaques do Encontro 2 na Turma B e finalizaremos esta seção com questionamentos que nos guiarão para a última seção e finalização deste capítulo.

Em um dos diálogos envolvendo questionamentos acerca de se os cientistas se perguntam sobre os “porquês” que os levam a trabalhar com ciência, um diálogo entre P1 e L1{TB} que estão além das discussões tradicionais da não neutralidade da observação. Não estamos inferindo que o diálogo em si supera tais discussões, apenas que a fala de L1{TB} remete mais à questões sociológicas - quiçá psicológicas - que envolvem a atividade científica e que estão para além de questionar aquilo que o cientista observa enquanto trabalha:

Será que o cientista se questiona pra quê que serve aquilo que ele tá fazendo? Porque ele pode pensar ‘vai fazer bem pra vida’... e quando a gente tá fazendo bomba? (P1, Encontro 2)

Eu acho que se ele não questionasse ele não produzia ciência, né? (L1{TB}, Encontro 2)

A discussão pode ir além de se encerrar no aspecto “a não neutralidade da observação” por provocar-nos a pensar que, inclusive, esse próprio aspecto não é colocado para ser analisado como algo também “em movimento”. É como se esse aspecto fosse, assim como diversos outros aspectos que muitas vezes uma tendência consensualista sobre Natureza da Ciência reforça, um mantra. A própria noção de que a observação é carregada de teoria, apesar de se mostrar como consenso, provavelmente não é algo que os cientistas se questionam a respeito, visto que “[q]uando as teorias não estão em disputa, quando são bem compreendidas e consideradas como garantidas, a linguagem da observação é impregnada de suposições teóricas” (HODSON; WONG, 2017, p. 8, tradução nossa). Ou seja, muitas vezes, realmente, se os cientistas questionarem tudo a todo tempo, não produzem ciência, o que não significa que grandes teorias amplamente aceitas em dados momentos históricos não foram questionadas e superadas, mas também não significa que a ciência é um constante e incessante movimento de tentativa de derrubar aquilo que se pesquisa.

Ainda que essa discussão pareça um pouco pessimista em relação à dinâmica da atividade científica, não estamos inferindo que existem certas coisas inquestionáveis na ciência ou que mesmo frente a possíveis refutações esta seria protegida de um exame crítico e atento; somente estamos indicando que não é suficiente olhar para a atividade científica acreditando que todos os cientistas - e filósofos da ciência, inclusive - estarão o tempo todo tentando derrubar os constructos teóricos e empíricos de seus antecessores, como se a atividade científica se ocupasse somente de tentativas incansáveis de refutação.

Não considerando a necessária problematização destes aspectos referentes à Natureza da Ciência que são defendidos como consensuais e muitas vezes acabam tornando-se mantras da

área, podemos acabar incorrendo em dicotomias, como a idéia de que algumas considerações “distintas da visão de mundo baseadas em evidências empíricas são adequadas para convicções individuais e discussões públicas, mas não para endossos institucionais e requisitos de alfabetização científica” (GAUCH JR, 2009, p. 667, tradução nossa). Ou seja, nessa perspectiva de não problematizar tais aspectos ditos consensuais ou acabamos inutilmente tentando proteger a ciência de críticas ou pior: ensiná-la em atividades educacionais como uma instituição protegida de críticas, que sempre acerta, que detém toda a verdade ahistórico e inquestionável.

Ainda sobre os problemas de gerar essa perspectiva protecionista da ciência principalmente em atividades educacionais e de como essa perspectiva acaba por essencializar a ciência, dando a idéia coisificada de uma ciência *em si*, o que é problemático, esta postura pode mais afastar os estudantes das discussões sobre Natureza da Ciência do que aproximar. O diálogo a seguir, entre P1 e L2{TB} indica um possível efeito dessa tentativa de consensuar o tempo todo, de fazer o aluno, mais uma vez, acreditar na ciência:

O currículo da graduação é o mesmo currículo da escola? Não é! O currículo da graduação fala da mesma ciência que fala o currículo da escola? Quando a gente tá falando de onda eletromagnética lá pro cara que é professor, pro bacharel, pro aluno do ensino médio é a mesma onda eletromagnética pra todo mundo? [...] Será que se a gente pegar um aluno lá do ensino médio e botar ele do lado de um espectrômetro, quando tem um cientista lá, tem a caricatura do cientista ‘tá lá olhando o negócio’, e ele perguntar pra ele ‘quê que é isso?’, ele vai falar ‘uma onda eletromagnética’, ‘ah então tá bom’, será que acaba aí? (P1, Encontro 2)

Na verdade, o professor fica com medo, de chegar o diretor, de chegar alguém e ‘eu tô numa roda de conversa’ [...] então, eu tenho que saber, eu sei, o professor é o professor. Às vezes é pego de ‘calça curta’ e fica sem ação com a pergunta do aluno. Não se sente à vontade em dizer ‘vamos todo mundo sentar e debater e tentar descobrir o quê que é isso’ (L2{TB}, Encontro 2)

Ou seja, na própria tentativa de buscar uma aceitação plena, uma crença na ciência, eximimos os estudantes de se apropriarem, de realmente aprenderem ciência, no sentido de que acabamos por proibir atividades que envolvam debates, críticas e outras formas de confronto. Pode parecer que estamos pegando um “exemplo isolado” e generalizando, mas na realidade, ao mesmo passo que ensinamos ciência na escola - supostamente inspirados na forma como *se faz* ciência - e reconhecemos que os questionamentos são importantes, que as dúvidas são o que nos movem para as transformações e outros dizeres que, às vezes repetimos como mantras, ainda não conseguimos, em sala de aula, colocar em prática debates e discussões, pois corremos o risco de sermos acusados de algum tipo de “atentado à ordem”. Faz sentido, se o propósito é formar cidadãos conscientes, críticos, emancipados e todos os demais adjetivos possíveis que

costumamos elencar, continuar evitando o debate ou qualquer outra tentativa de atividade diferente das ditas “tradicionais”? Por quanto tempo ainda continuaremos a fazer com que o professor que tenta realizar tais atividades diferentes sintam-se amedrontado, pego de “calças curtas”?

Desta forma, reforçamos novamente a necessidade de superar a concepção de que a atividade educacional em ciências é uma mimese da atividade científica. Não porque não podemos nos inspirar nas diversas formas como “se faz ciência” para “dar aula de ciências”, mas porque assumir que já fazemos isso e que essa imitação da atividade científica é justamente o que enriquece a atividade educacional pode ser perigoso, visto que se protegermos a atividade científica de críticas e tentarmos levar tal perspectiva protecionista para salas de aula quando debatemos ciência, estaremos defendendo que “os estudantes nas escolas estão fazendo pequenas miniaturas de ciência” (COLLINS, 2015, p. 1049, tradução nossa) e deixando de olhar criticamente para as contradições nela presentes, conseqüentemente impedindo a capacidade de superá-las.

Além disso, reforçamos a importância das discussões envolvendo Natureza da Ciência, seja na educação básica ou superior, justamente para não promovermos aceitação acrítica do conhecimento científico e sim real apropriação/objetivação da ciência por meio dos estudantes. Este ainda é um desafio constante, e responsabilidade de todos que estão engajados com desenvolver possibilidades concretas de emancipação humana por meio da educação científica. Responsabilidade de todos por compreendermos a necessidade do trabalho coletivo em prol do desenvolvimento destas possibilidades e desafio constante porque ainda não sabemos quais as “características mais importantes de um modelo instrucional que gerará melhor compreensão de Natureza da Ciência entre os estudantes e professores” (COFRÉ *et al.*, 2019, p. 206, tradução nossa). Não cabe aqui, ainda que a provocação seja válida, nos aprofundarmos nessa questão, mas cabe perguntar: será que encontraremos - ou será que precisamos - de apenas *um* modelo desse tipo?

Ainda que aqui não possamos responder tal pergunta assim facilmente, podemos finalizar discutindo que um dos caminhos para desenvolver tais possibilidades seja o de investir em situações que envolvam a co-construção de discussões acerca dos aspectos sobre Natureza da Ciência, visando tratar aspectos que emergem de atividades coletivas envolvendo reflexões *em e sobre* ciências, a partir destas discussões que emergem a partir das atividades e não categorias estabelecidas *a priori*. Desta forma, finalizamos esta seção com um questionamento, de modo que buscaremos respondê-lo na seção seguinte, que finaliza este capítulo. Se estamos

defendendo a co-construção destas discussões e buscando demonstrar, em alguma medida, que estas não “nascem num estalo” mas que emergem a partir de atividades em interação que formam o que chamamos de complexos de atividades, de que formas esta emergência da co-construção de discussões pode ocorrer de modo que tais complexos de sistemas interagentes de atividades sustentem significados? Buscaremos responder tal questionamento na seção seguinte, olhando para as interações entre estes complexos de atividades como um *todo*; de modo que explicaremos o que estamos compreendendo como esse *todo* a partir da idéia de complexos de complexos de atividades.

4.4 OS SISTEMAS INTERAGENTES DE ATIVIDADES COMO UM *TODO*.

Finalizaremos este capítulo com esta breve seção justamente para discutir a idéia de "finalizar" as análises antes das considerações finais dando um olhar para as "ações de pesquisa" como um todo, reforçando que não existe um momento privilegiado de "estalo" onde "surgem" a co-construção das discussões, mas sim que estas ocorrem e se complexificam, construindo e sendo construídas ao longo de todo o processo, de modo que da mesma forma que não surgem em um momento privilegiado, também não encerram aqui com este trabalho.

Deste modo, se as discussões não surgem repentinamente, assim também não surgem os significados que são construídos a partir destas discussões. A própria noção de construção, tomando os significados como sendo *sustentados* pelos complexos de atividades que se estabelecem, nos leva a compreender tal noção como co-construção e a idéia de um todo que não seja compreendido como simples justaposição (ou soma de partes isoladas), mas um *todo orgânico*, um complexo de complexos de atividades. Assim, nem os significados sustentados nas atividades tampouco as atividades, tem um “fim em si mesmos(as)”, de modo que estas atividades podem ser tornar objetos em outras atividades futuras, com outros motivos e outras dinâmicas.

Ainda que não iremos nesta seção fazer um longo ensaio sobre as concepções de *todo* ou *totalidade* cabe discutir, às vezes até de maneira um tanto repetitiva, marcante, a importância de considerar tal complexo de complexos de atividades como a *unidade mínima* da atividade e não como um conglomerado de ações desconectadas. Nesse sentido, torna-se importante, tentarmos situar “de onde falamos”, quando se trata de compreender esse *todo*:

De um lado, Leontiev concebe o mundo que é apresentado aos seres humanos como “problema a ser resolvido”, por outro, Freire convoca-nos, por meio da educação problematizadora, a uma luta concreta de construção de um projeto de sociedade e ser humano – o de assumirmos nosso papel de fazer a própria história de maneira consciente, o que significa apropriar-nos dos meios pelos quais a nossa história é feita, apropriar-nos dos meios pelos quais as atividades podem emergir e constituir o tecido da realidade humana de forma consciente e não mais como simples e unicamente guiados por forças alheias à vontade humana. Isto significa que a própria categoria problema, como motor do desenvolvimento humano e da emergência das atividades que se constituem do tecido da vida humana, necessita ser problematizada, ampliada, reformulada, tomada na sua totalidade e no seu fundamento ontológico (CAMILLO, 2015, p. 142).

De modo que, desta maneira, tanto as discussões envolvendo a Teoria da Atividade Cultural-Histórica quanto a perspectiva Freireana, nos leva a pensar essa noção de *todo* e o compromisso desta noção com a transformação da realidade. Essa relação de perspectivas complementares trata-se de algo que ainda precisa ser aprofundado com mais detalhamento do que aqui faremos neste momento, mas que já situamos, é importante para buscar estabelecer um compromisso entre essa busca por uma totalização concreta e a humanização da nossa realidade.

Tal humanização, a partir da relação que propomos, não está nem somente nos estudos envolvendo a Teoria da Atividade Cultural-Histórica nem na perspectiva Freireana em si, e de forma geral, em nenhuma “perspectiva em si”, dada a essencialização precária que poderíamos incorrer caso estivéssemos buscando a “coisa em si”. Não significa que as contribuições destas vertentes, e de outras, não nos ajudam de maneiras diferentes a pensar esse *todo* que se configura como a realidade, mas significa que operamos nestas perspectivas olhando para as potencialidades e limites de ambas:

Tomemos, como exemplo, o trabalho de um marceneiro, que transforma a madeira para a construção de um objeto. Para que a madeira seja transformada, o marceneiro lança mão de uma série de instrumentos que já estão prontos e disponíveis para ele (formão para esculpir a madeira, por exemplo) – instrumentos que se formaram/estabilizaram ao longo da história da marcenaria e dos trabalhos artesanais, ou seja, no interior de práticas sociais nas quais desempenham uma função. Cada situação, porém, na qual tais instrumentos são utilizados é singular, único na sua totalidade: um pedaço de madeira nunca é idêntico ao outro, aquilo que um cliente encomenda não é exatamente igual ao que fez anteriormente e assim por diante. Em face desta singularidade sempre presente e não suprimível da prática concreta (e podemos extrapolar esta característica para todas as práticas humanas), toma lugar um processo (unitário) por meio do qual, primeiramente (não em ordem cronológica, ou numa sequência causal), objetiva-se os meios de ação do marceneiro: o marceneiro, apropriando-se dos instrumentos disponíveis, inicia a transformação da madeira e, portanto, testa os limites de tais instrumentos no que diz respeito a sua capacidade de responder às necessidades de transformação deste objeto singular. Na medida em que cumprem seu papel ou que precisam sofrer ajustes – por exemplo, um formão com formato específico necessitaria ser construído – a classe dos instrumentos de marcenaria/artesanato passa a cristalizar-se, ao mesmo tempo que evolui historicamente (justamente pelo fato que toda situação

é ao mesmo tempo singular e genérica), ganhando existência autônoma em relação a este ato singular de transformação (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 110).

Dessa forma, uma das dimensões desta busca por uma totalização concreta e a humanização da nossa realidade deve envolver a compreensão da relação dialética entre o singular e o genérico; o geral e o particular; a parte e o todo.

Nesse aspecto, como tratamos brevemente acima, tanto na perspectiva de “problemas a serem resolvidos” ou de uma “educação problematizadora”, ou de outras perspectivas que se envolvam pela lógica dialética, em certa medida, as partes se relacionam com um *todo*. *Todo* esse que pode ter como objetivo geral desenvolver possibilidades concretas de emancipação humana por meio da educação, buscando promover a apropriação dos meios pelos quais os significados emergem das práticas sociais humanas - das atividades - e como são nelas/ por elas sustentados de forma consciente, não alienada, falaciosamente isolada das intencionalidades humanas. Nesse sentido, uma educação científica que não objetive problematizar a atividade científica, a olhar criticamente para esta, poderá estar mais à serviço da desumanização do que da humanização da realidade em que vivemos.

Considerar uma educação científica nesta perspectiva de totalidade concreta envolve considerar que lançar mão de ferramentas que nos possibilitem problematizar a própria atividade científica pode constituir-se como uma maneira de se apropriar dos meios pelos quais as atividades sustentam significados. Nesse sentido, é nessa apropriação do *todo* por meio de ações singulares que as atividades se orientam para a superação das contradições nelas inerentes:

Os homens usam dinheiro e com ele fazem as transações mais complicadas, sem ao menos saber, nem ser obrigados a saber, o que é o dinheiro. Por isso, a *praxis* utilitária imediata e o senso comum a ela correspondente colocam o homem em condições de orientar-se no mundo, de familiarizar-se com as coisas e manejá-las, mas não proporcionam a *compreensão* das coisas e da realidade. Por este motivo Marx pode escrever que aqueles que efetivamente determinam as condições sociais se sentem à vontade, qual peixe n'água, no mundo das formas fenomênicas desligadas da sua conexão interna e absolutamente incompreensíveis em tal isolamento. Naquilo que é intimamente contraditório, nada vêm de misterioso; e seu julgamento não se escandaliza nem um pouco diante da inversão do racional e irracional (KOSIK, 2002, p. 14).

Analogamente ao que destaca Kosik (2002) acima com seu exemplo do uso do dinheiro sem saber o que o dinheiro é, o mesmo fazemos, muitas vezes, com educação científica, quando utilizamos alguns jargões já aceitos - e nesse sentido, inclusive Natureza da Ciência *pode* cair numa dessas perspectivas esvaziantes - sem problematizá-los. Em suma, fala-se de Natureza da Ciência mas se a pergunta for “O que é a Ciência?” ou “De qual Ciência falamos?”, as respostas

difícilmente ajudam nos a afastarmos na perspectiva forçada de “colar” “modelos sobre a realidade” e “a realidade”. É como se as discussões *sobre* Ciência, tão reforçadas por sua importância, fossem *partes* que tivessem pouca ou nenhuma relação com o *todo* da educação científica, de modo que “[s]e a aparência fenomênica e a essência das coisas coincidissem diretamente, a ciência e a filosofia seriam inúteis” (KOSIK, 2002, p. 17).

Assim, a co-construção de discussões não nasce num estalo porque não reside somente em atos singulares de transformação, em momentos isolados onde um significado “surge” mas sim o complexo de complexo de atividades sintetiza as ações coletivas realizadas nos sistemas de atividades em interação de modo que tais ações coletivas sintentizam a totalidade deste complexo de complexos:

Ao discutir o caráter ontológico da Ciência, procuramos mostrar que ela tem sua origem (seu fundamento) na práxis humana, e que, justamente, por estar fundada no trabalho, remete, necessariamente, para além dos atos singulares de transformação da realidade, alcançando dimensões genéricas. Ou seja, o conjunto dos atos singulares de transformação passa a existir como uma síntese capaz de expressar a totalidade das transformações operadas na realidade postas continuamente à prova pela práxis humana (CAMILLO; MATTOS, 2019, p. 115).

Desta forma, a concepção de totalidade, na perspectiva dialética, contribui para minimizar certas dicotomias, como a famigerada separação entre sujeito e objeto:

As correntes idealísticas absolutizaram ora o sujeito, tratando do problema de como encarar a realidade a fim de que ela fosse concreta ou bela, ora o objeto, e supuseram que a realidade é tanto mais real quanto mais perfeitamente dela se expulsa o sujeito. Ao contrário delas, na destruição materialista da pseudoconcreticidade, a liberalização do "sujeito" vale dizer, a *visão* concreta da realidade, ao invés da "intuição fetichista" coincide com a liberalização do "objeto" (criação do ambiente humano como fato humano dotado de condições de transparente racionalidade), posto que a realidade social dos homens se cria como união dialética de sujeito e objeto (KOSIK, 2002, p. 24).

Para responder o questionamento que fizemos no final da seção anterior, acreditamos que é necessário frisar que a co-construção não ocorre somente no momento das intervenções e que estamos chamando de co-construção justamente por esta emergir das atividades e das relações que nelas se estabelecem, de modo que estas vão acontecendo durante todas as interações entre os sistemas de atividades; nos momentos dos planejamentos, da construção do conto, da escolha dos excertos, das intervenções com os estudantes e inclusive neste momento, onde registramos por escrito nossas considerações a respeito destas atividades, deste complexo de complexos. Tal processo não encerra aqui, de modo que tais discussões, tal co-construção

pode tornar-se objeto em outras atividades, apontando novas contradições e demandando a necessidade de superá-las, gerando movimentos de atividades coletivas para tal superação e portanto novos sistemas de atividades interação e outros significados que podem ser sustentados.

Desta forma, significados só são sustentados em atividades, da mesma forma que a co-construção de discussões não possui um “significado em si”, mas sim na lógica das atividades humanas que se organizam e se articulam e a sustenta. Nesse sentido, a *unidade* da pesquisa não pode ser uma *unidade mínima* de pesquisa, de modo que o que aqui analisamos e discutimos não é a relação entre os sujeitos e o objeto, nem a relação entre os sujeitos e as discussões *em si*, mas sim o *complexo de complexos de atividades* em torno da célula-germe - ou unidade contraditória - “Crença *versus* Conhecimento”, e as diversas formas como ela se manifesta em cada uma destas atividades formando esse *complexo de complexos*. Nesse sentido, “Verdade” e “Crença” poderiam ser considerados os pólos da contradição e o processo histórico de apropriação/objetivação - o processo de conhecer - seria o motor desta atividade que sustenta os significados que aqui apresentamos, analisamos e discutimos.

5 CONSIDERAÇÕES *QUASI-FINAIS*.

“Nobody will ever let you know
 When you ask the reasons why
 They just tell you that you're on your own
 Fill your head all full of lies”
 (Sabbath Bloody Sabbath, Black Sabbath)

Ainda que possamos tentar nesta breve seção fazer considerações finais a respeito dos percursos realizados, precisamos assumir que tais considerações não são finais mas *quasi-finais*, não no sentido que não podemos concluir nada nem temos nada a defender, mas no sentido que os processos pelos quais as atividades humanas se estabelecem e os meios pelas quais sustentam significados não é um processo que finda quando findam nossas discussões sobre estes processos. Nesse sentido, não estamos eximindo o caráter teleológico das atividades humanas, uma vez que estas sempre têm intencionalidade, são orientadas por seus objetos/motivos e sempre, em alguma medida, transformam a realidade. No entanto, não iremos concluir aqui as discussões que iniciamos por elas fazerem parte de um processo/projeto de educação científica que almejamos e não somente como um conjunto de atividades desenvolvidas isoladamente. Assim, existem algumas coisas que podemos apontar, considerar, reconhecer e projetar para o futuro, sendo que tal futuro deve ser constituído a partir do *agora*.

Apesar de neste trabalho realizarmos discussões sobre Natureza da Ciência, utilizando-se de estudos envolvendo a História e Filosofia da Ciência no ensino, este não se configura como um trabalho *sobre* História da Ciência. Ao nos apropriarmos destas discussões, produzimos também conhecimento *sobre* História da Ciência, mas este não era, em nenhum momento, o objetivo principal do trabalho. Nesse sentido, nosso trabalho é voltado para a educação em ciências, de maneira que nos apropriamos (fagocitamos) as discussões de História e Filosofia da Ciências para discutir aspectos de Natureza da Ciência na formação dos professores. Nosso objetivo, de maneira geral, foi *analisar o processo da co-construção das discussões acerca de Natureza de Ciência com futuros professores da educação básica* e este, acreditamos, foi cumprido durante a constituição de todas as atividades, mas foi apresentado, especificamente, no Capítulo 4, onde tratamos da constituição das atividades e dos significados que sustentam.

Faz-se necessário apontarmos também os limites, de modo que, se considerarmos que no início do trabalho, muito antes da qualificação, estávamos voltando toda atenção ao conto que havíamos produzido, como se este *em si* fosse sustentar significados, levamos certo tempo para compreender este como um articulador das atividades. Este processo, apesar de ter

conseguido nos auxiliar com as propostas de intervenções com as turmas e a olhar o universo da pesquisa como um *todo* - ou um *complexo de complexos de atividades* - não nos deixou tempo para conseguir identificar mais a fundo as potencialidades e limites de utilizar o conto no desenvolvimento das atividades, analisando-o mais especificamente, compreendendo também as relações que se estabeleceram *a partir dele*.

Além disso, outro limite que podemos apontar, que certamente faremos diferente em atividades futuras, relaciona-se a não termos conseguido articular a importância destas discussões de acordo com as propostas do curso da EduCampo, trazendo elementos da ementa do curso, ou mesmo do caráter histórico de constituição deste. Destacamos, no entanto que este não era o objetivo do trabalho, mas reconhecemos que enriqueceria as discussões, nos auxiliando a identificar outros elementos que constituem as atividades neste estabelecidas. Desta forma, por não termos conseguido aprofundar tais discussões, não podemos apresentar nenhum tipo de retorno aos sujeitos da pesquisa, que apesar de participarem desta em âmbito formativo, não tiveram conhecimento dos caminhos que aquelas discussões tomaram, nem os frutos que renderam e aqui foram apresentados, e isto é uma perspectiva que para pesquisas futuras envolveremos logo nas idéias iniciais de planejar ações de pesquisa.

Como nossas questões de pesquisa envolviam compreender como textos poderiam fazer emergir atividades que sustentassem significados e de que maneira tais atividades se relacionariam e se sustentariam, fazendo emergir discussões futuras, acreditamos que estas questões foram respondidas se tomarmos como base que as intervenções foram articuladas por meio de textos - tanto o conto que produzimos quanto os excertos - e que a partir das atividades que emergiram destas, podemos analisar a co-construção das discussões com os licenciandos, olhando esse *todo* da pesquisa e relacionado com aspectos que envolvem a Natureza da Ciência.

Para pesquisas futuras, ensejamos trabalhar mais esses aspectos de Natureza da Ciência *a partir* da realidade dos sujeitos, buscando delinear os aspectos que serão trabalhados e aprofundados a partir do que é problema na ótica destes sujeitos, buscando co-construir atividades que permitam a transformação desta realidade por meio da educação científica. Para trabalhar desta forma, uma de nossas hipóteses, neste momento, é de buscar aproximar a Teoria da Atividade Cultural-Histórica das perspectivas envolvendo a Abordagem Temática Freireana, não para somente encontrar complementaridades, mas para identificar as potencialidades e limites que emergem desta aproximação e, por meio das contradições que nela forem identificadas, *fazer mover as atividades* de superação destas contradições. Em alguma medida, tal aproximação já foi realizada por Camillo (2015), ao tratar, como já discutimos, dos estudos

envolvendo a Atividade Potencial. No entanto, visamos aproximar tais perspectivas para compreender as possibilidades de trabalhar natureza da Ciência *a partir* da realidade dos licenciandos. Em outras palavras, para compreender - e subsidiar, de certa forma - condicionantes iniciais para uma *Natureza da Ciência Escolar*.

Finalizando, ainda que o caminho que aqui indicamos possa parecer demasiadamente utópico, acreditamos que pensar tais condicionantes podem nos auxiliar no futuro - que reforçamos, deve ser construído a partir do *agora* - a não precisarmos mais nos esquivarmos da pergunta “o que é ciência, afinal?” sempre respondendo, quase como um mantra, “ciência não se define, não podemos dizer o que é ou não é”. Não porque realmente temos uma resposta absoluta, coisificada, que resolverá todos os problemas. Mas por compreender que dizer qual ciência queremos, qual ciência podemos construir - e qual educação científica *vamos* construir - não depende só de definir o que é ciência, mas sim de defender a ciência que não queremos: a que reproduz desigualdades e desumaniza, que oprime e trata questões fundamentais com desprezo. A ciência e a educação científica que queremos, nesse sentido, deve ser *revolucionária*, radical, por tomar a transformação da realidade pela raiz, por onde a realidade é fundada, a partir das atividades humanas coletivas. Ou seja, o que queremos e devemos, é tomar como processo/projeto contínuo a busca pelo desenvolvimento das possibilidades concretas de emancipação humana por meio da ciência e da educação científica

REFERÊNCIAS.

- ABBOTT, B. P. *et al.* Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. **Physical review Letters**, American Physical Society, v. 116, n. 6, p. 1-16, 2016.
- ACEVEDO, J. A. *et al.* Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- ALLCHIN, D. Should the Sociology of Science Be Rated X ?. **Issues and Trends**, v. 88, n. 6, p. 934-946, 2004.
- ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017.
- ALFAYA-SANTOS, J. V.; ROSA, M. D.; HOFFMANN, M. B. Concepções acerca da natureza da ciência e da ética científica em estudantes e egresso de um curso de Ciências Biológicas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 8, n. 1, 2018.
- ALVES, A. H. B.; SILVA, A. F. G. Manifestações de Obstáculos Gnosiológicos para a Seleção de Conteúdos na Implementação de um Currículo Crítico em Ciências Naturais. **Alexandria: Revista de Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 181-207, 2015.
- ARIEVITCH, I. M.; STETSENKO, A. The “magic of signs”: Developmental trajectory of cultural mediation. *In*: YASNITSKY, A.; VAN DER VEER, R.; FERRARI, M. (org.) **The Cambridge Handbook of Cultural-Historical Psychology**. Cambridge University Press, 2014, p. 217-244.
- ARTHURY, L. H. M. **A Cosmologia Moderna À Luz Dos Elementos Da Epistemologia de Lakatos**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- ARTHURY, L. H. M. **O Ensino de Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- ARTHURY, L. H. M; PEDUZZI, L. O. Q. A teoria do Big Bang e a Natureza da Ciência. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 20, p. 59-90, 2015.
- BRICK, E. M. **Realidade e ensino de ciências**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- CACHAPUZ, A. C. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- CAMILLO, J. **Contribuições iniciais para uma filosofia da educação em ciências**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAMILLO, J. On the Possibility of Authorship in Science Education. *In*: BAZZUL, J.; SIRY, C. (org.). **Critical Voices in Science Education: Narratives of Hope and Struggle**. New York: Springer, 2019, p. 93-103.

CAMILLO, J. **Experiências em contexto: A experimentação numa perspectiva sócio-cultural-histórica**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em Ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 16, n. 1, p. 211-230, 2014.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Ensaio sobre as relações entre Educação, Ciência e Sociedade a partir da perspectiva do desenvolvimento humano. **Linhas Críticas**, v. 25, p. 94-123, 2019.

CARDOSO, D. *et al.* Texto Jornalístico sobre Ciência: Uma Análise do Discurso sobre a Natureza da Ciência. **Alexandria: Revista de Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 229-251, 2015.

CARDOSO, D.; GURGEL, I. Por uma educação científica que problematize a mídia. **Linhas Críticas**, v. 25, p. 74-93, 2019.

CARVALHO, H. R. *et al.* Natureza da Ciência no Ensino Fundamental: Por que não? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 1-19, 2017.

CERVANTES-COTA, J. L.; GALINDO, S. U.; SMOOT, G. A Brief History of Gravitational Waves. **Universe**, v. 2, n. 22, p. 1-30, 2016.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Editora Brasiliense, 1993.

COFRÉ, H. *et al.* A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science, **Science & Education**, v. 36, p. 205-248, 2019.

COLLINS, H. Can We Teach People What Science Is Really Like ? **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1049-1054, 2015.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 3601, 2011.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História e Filosofia da Ciência na educação científica: para quê? **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)**, v.19, p. 1-20, 2017.

DAWKINS, R. **Desvendando o Arco-Íris: Ciência, Ilusão e Encantamento**. São Paulo: Companhia das Letras, ed. 1, 2000.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: O ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, p. 44-63, 2004.

EINSTEIN, A. **A Teoria da Relatividade Especial e Geral**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 2007.

- ENGESTRÖM, Y. Activity Theory And Learning At Work. *In: MALLOCH, M. et al. (org.). The SAGE Handbook of Workplace Learning*, California: SAGE Publications, 2011.
- ENGESTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, v. 14, n.1, p. 133-156, 2001.
- ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research**. Cambridge University Press, Second Edition, 2014.
- FERNÁNDEZ, I. *et al.* Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- GARCIA, J. O. A imaginação como recurso heurístico na construção do conhecimento científico e algumas implicações para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 660-674, 2019.
- GAUCH JR, H. G. Science, Worldviews and Education, *Science & Education*, v. 18, p. 667-695, 2009.
- GIL PÉREZ, D. *et. al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Revista Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ciências*, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.
- HEAVISIDE, Oliver. A gravitational and electromagnetic analogy. *The Electrician*, v. 31, p. 281-282, Londres, 1893.
- HODSON, D.; WONG, S. L. Going Beyond the Consensus View: Broadening and Enriching the Scope of NOS-Oriented Curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v. 17, n. 1, p. 3-17, 2017.
- ISAACSON, W. **Einstein: sua vida, seu universo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- JONES, P. E. Signs of activity : integrating language and practical action. *Language Sciences*, v. 33, p. 11-19, 2011.
- JONES, P. E. Language - the transparent tool: reflections on reflexivity and instrumentality. *Language Sciences*, p.1-12, 2016.
- JONES, P. E. Karl Marx and the language sciences – critical encounters: introduction to the special issue. *Language Sciences*, p. 1-15, 2018.
- KENNEFICK, D. Einstein versus the *Physical Review*. *Physics Review*, v. 58, n. 9, p. 43-48, 2005.
- KINCHELOE, J. L.; TOBIN, K. The much exaggerated death of positivism. *Cultural Studies of Science Education*, v. 4, p. 513-528, 2009.

KÖHNLEIN, J. F. K. ; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a Concepção Empirista-Indutivista no Ensino de Ciências. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 8. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. *In*: HACKING, I. (org.). **Scientific revolutions**. Hong-Kong: Oxford University, 1983.

LEDERMAN, N. G. Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 8, p. 916-929, 1999.

LEDERMAN, N. G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Centauro Editora, 2004.

LEVIN, J. **A música do universo: ondas gravitacionais e a maior descoberta científica dos últimos cem anos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho.... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 112-131, 2007.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MATTHEWS, M. R. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). *In*: KHINE, M. S. (org). **Advance in Nature of Science Research: Concepts and Methodologies**. Springer, 2012.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. **História e epistemologia da física na licenciatura em Física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n. 1, 2007.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLIVEIRA, W. C.; DRUMMOND, J. M. H. F. Refletindo sobre Desafios à Inserção Didática da História e Filosofia da Ciência em Oficina de Formação Docente. **Alexandria: Revista de Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p.151-179, 2015.

PAIS, A. **“Sutil é o Senhor...”: a ciência e a vida de Albert Einstein**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

- PEDUZZI, L. O. Q. **A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.
- PEDUZZI, L. O. Q.; SILVEIRA, F. L. Três episódios da descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 26-52, 2006.
- POINCARÉ, H. On the dynamics of the electron. **Rendiconti del Circolo matematico di Palermo**, n. 21, p. 129-176, 1906.
- POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Editora da UnB, ed. 5, 2008.
- POPPER, Karl. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Editora Cultrix, 1972.
- ROTH, W.-M.; LEE, Y.-J. “Vygotsky’s Neglected Legacy”: Cultural-Historical Activity Theory. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 2, p. 186-232, 2007.
- ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES. **The laser interferometer gravitational-wave observatory and the first direct observation of gravitational waves**. The Nobel Committee for Physics, Scientific Background on the Nobel Prize in Physics, 2017.
- SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- SANNINO, A. Teacher’s talk of experiencing Conflict, resistance and agency. **Teaching and Teacher Education**, v. 26, n. 4, p. 838-844, 2010.
- SANNINO, A.; ENGSTRÖM, Y. Cultural-historical activity theory: founding insights and new challenges. **Cultural-Historical Psychology**, v. 14, n. 3, p. 43-56, 2018.
- SAWYER, J. E.; STETSENKO, A. Revisiting Marx and problematizing Vygotsky: a transformative approach to language and speech internalization. **Language & Communication**, p. 1-12, 2018.
- SCHEID, N. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a Natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 157-181, 2007.
- SCHULZ, P. A. Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 509-512, 2007.
- SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. A Insustentabilidade da Proposta Indutivista de "Descobrir a Lei a Partir de Resultados Experimentais". **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 19, número especial, p. 7-27, 2002.

STETSENKO, A. Activity as Object-Related: Resolving the Dichotomy of Individual and Collective Planes of Activity. **Mind, Culture and Activity**, v. 12, n. 1, p. 70-88, 2005.

STETSENKO, A. From relational ontology to transformative activist stance: Expanding Vygotsky's (CHAT) project. **Cultural Studies of Science Education**, v. 3, p. 471-491, 2008.

STETSENKO, A. Darwin and Vygotsky on Development: Na Exegesis on Human Nature. In: KONTOPODIS, M.; WULF, M.; FICHTNER, C. **Children, Development and Education**. International Perspectives on Early Childhood Education and Development, Springer, 2011.

STETSENKO, A. The Challenge of Individuality in Cultural-Historical Activity Theory: "Collectivoidal" Dialectics from a Transformative Activist Stance. **Outlines – Critical Practice Studies**, v. 14, n. 2, p. 7-28, 2013.

STETSENKO, A. Transformative Activist Stance for Education: The Challenge of Inventing the Future in Moving Beyond the Status Quo. In: CORCORAN, T. **Psychology in Education: Theory~Practice**. Australia: Sense Publishers, 2014.

STETSENKO, A. Science education and transformative activist stance: Activism as a quest for becoming via authentic-authorial contribution to communal practices. In: BRYAN, L.; TOBIN, K. **13 Questions: Reframing Education's Conversation: Science**, New York, Peter Lang, 2017.

STETSENKO, A.; ARIEVITCH, I. M. The self in cultural-historical activity theory: Reclaiming the unity of social and individual dimensions of human development. **Theory and Psychology**, v. 14, n. 4, p. 475-503, 2004.

TABER, K. S. Knowledge, beliefs and pedagogy: how the nature of science should inform the aims of science education (and not just when teaching evolution). **Cultural Studies of Science Education**, v. 12, n. 1, p. 81-91.

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. (org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFERN, ed. 1, 2012.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR., O. Concepções de estudantes de Física sobre a Natureza da Ciência e sua transformação por uma abordagem conceitual do Ensino de Ciências. **Revista da ABRAPEC**, v. 1, n. 3, 2001.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O. A ciência galileana: uma ilustre desconhecida. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 35-42, 1999.

THORNE, K. S. **Black holes and time warps: Einstein's outrageous legacy**. New York: W. W. Norton, 1994.

THORNE, Kip. Spacetime warps and the quantum world: speculations about the future. *In*: PRICE, R. H. **The future of spacetime**. New York: W. W. Norton, 2002.

VIANNA, E.; STETSENKO, A. Connecting Learning and Identity Development through a Transformative Activist Stance: Application in Adolescent Development in a Child Welfare Program. **Human Development**, v. 54, n. 5, p. 313-338, 2011.

YACOUBIAN, H. A. Scientific literacy for democratic decision-making. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 3, p. 308-327, 2017.

ZEMPLÉN, G. Á. History of science and argumentation in science education: join forces? *In*: KOKKOTAS, P. V.; MALAMITSA, K. S.; RIZAKI, A. A. **Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom**. National and Kapodistrian University of Athens, Greece, Sense Publishers, 2011.

Apêndices

Apêndice 1 - Conto “O espaço e o tempo de Eleanor”

O espaço e o tempo de Eleanor

João Otavio Garcia

Quando Eleanor tentou abrir os olhos, com certa dificuldade devido à enorme quantidade de remela que suas pálpebras desajeitadamente equilibravam, o despertador já estava tocando há pelo menos dez minutos, numa melodia irritante e sem nenhuma harmonia, o que já contribuía para uma manhã iniciada com tremendo mau humor. Após uma porrada em cima do despertador, ele já murchava em silêncio e Eleanor estava quase pronta para o café. Só não estava pronta para mais um dia de aula na escola, já que isto, junto com todos os problemas da adolescência, no alto de seus quinze anos, estava se tornando um fardo pesado demais para agüentar. Em seu pôster dos Beatles na parede do quarto parecia que Lennon estava olhando para ela pra lhe lembrar que ainda era somente segunda-feira, e tudo que ela conseguia ouvir na sua cabeça era algo sobre “todas aquelas pessoas solitárias” da música deles que, num verão da segunda metade da década de noventa, inspiraram seus pais a escolher seu nome.

Sentindo-se, devido à preguiça, com o peso de uma morsa adulta, aproximou-se da mesa e conseguiu quase queimar a ponta do lábio superior ao tocá-lo na xícara de café fumegante; “o essencial para acordar mas o maior vilão para seu coração”, como costumavam dizer a revista de “Alimentação saudável” que a mãe deixava na mesinha de centro da sala, ou qualquer médico dando entrevista sobre a cafeína nos *talk shows* noturnos. Eles nunca se decidiam; um ano o café fazia bem, outro ano fazia mal, o que contribuía (também) para seu mau humor.

Mal havia tentado a segunda bebericada no café - dessa vez já não tão fumegante - o noticiário da manhã chamou sua atenção, parte pela vinheta tão aguda e tão irritante quanto seu despertador, parte pelo conteúdo que o âncora com uma voz rouca anunciava:

“Cientistas anunciaram hoje a descoberta das ondas gravitacionais, previstas apenas por meio de fórmulas matemáticas pelo gênio alemão Albert Einstein há mais de cem anos e provadas pelo

observatório de ondas gravitacionais por interferômetro laser, nos Estados Unidos. O que era simplesmente uma teoria inventada por Einstein há cem anos, uma distorção da idéia de espaço e de tempo, hoje foi provada cientificamente pelo grupo de cientistas, através da descoberta destas ondas. É um assunto extremamente complicado, já que não somos físicos, mas que comprova que, após cem anos de espera, agora podemos ter certeza de que a teoria da relatividade geral de Einstein é verdade. Einstein estava certo”

Eleanor engoliu o café devagar, tentando processar aquela quantidade enorme de informações, que, apesar de parecerem importantes, soavam um tanto confusas. “Provada a existência de ondas gravitacionais previstas há cem anos”, tudo bem. Mas o que seriam essas ondas gravitacionais e por que diabos os cientistas levaram cem anos para encontrá-las? Se Einstein era assim tão gênio quanto falam, por que é que demoraram tanto tempo para descobrir algo que ele já tinha inventado um século antes? Bem, e por que se importar, se ela ainda nem havia chegado na escola e já começava o dia com tantas dúvidas? Resolveu, despretensiosamente, perguntar à mãe:

- Mãe, o que são essas ondas gravitacionais, você sabe?
- Minha filha - começou aflita a mãe - deve ser como as ondas do mar, só que tem alguma coisa a ver com as coisas que caem, que é essa coisa de gravidade, não?
- Ah mãe, não sei... como é que algo que acontece no espaço vai se parecer com o mar? - Repreendeu, de forma descontente, Eleanor.

A mãe deu de ombros com uma careta de confusão, e emendou:

- Pergunta na escola filha, tua professora de Física deve saber!
- Acho difícil mãe, a professora mal tem tempo de tirar nossas dúvidas, sempre tem uma lista de conteúdos para encher o quadro, se sair alguma coisinha fora, o diretor já enche o saco dela - Reclamou Eleanor, já quase desistindo.

Terminou seu café e saiu, dando tchau de longe para a mãe, deixando um pedaço de cuca de banana pela metade no pratinho branco com aqueles arabescos desbotados da década de

setenta e tomou rumo; a escola ficava perto, a uns dez minutos caminhando, e ela já podia ir pensando na vida, ou nas provas finais que se aproximavam.

Pouco antes da esquina da rua da escola, onde ficava a igreja católica do bairro, encontrou o padre Carlos, perto das escadarias da igreja. Como já não ia à missa há uns dois anos, tentou desviar, jogando o cabelo na frente do rosto, mas não adiantou:

- Pequena Olenor, quanto tempo não a vejo - Acenava enquanto errava o nome da garota, o padre.

Eleanor não perdeu tempo de corrigi-lo, afinal não era sua culpa. Como ele ia lembrar o nome de toda a comunidade e mais, como lembraria o nome dela, se ela não frequentava a igreja há tempo. Antes de continuar seu caminho, resolveu perguntar ao padre, algo parecido ao que perguntou a mãe, já que eram muitas dúvidas sobre aparentemente o mesmo assunto:

- Padre, sei que pode não ter muito a ver com as coisas que o senhor explicar na missa, mas por que é que os cientistas levam cem anos para provar uma teoria que outro cientista inventou?
- Minha filha, é uma ótima pergunta - iniciou cautelosamente o padre - Eu estudei ciências em minha formação no seminário, mas eram coisas mais sobre algumas descobertas ou como os cientistas tentavam provar algumas criações de deus e não me lembro de nenhum que levou tanto tempo. Mas devem ser por causa que ainda não conseguiram provar o que foi inventado, é o que consigo imaginar. Ou talvez tiveram pouca fé nessa teoria, ou no cientista que a inventou.

Eleanor não se dera por satisfeita, mas como o padre começou a falar de fé, e ela estava tempo fugindo das missas, resolveu sair antes que sobrasse para ela um sermão matinal daqueles que o padre gostava de fazer. Tratou de agradecer e continuar o caminho até a escola, que já estava perto, porém sem ainda entender nada do que ouvir no noticiário e ainda se perguntando por que estava se importando tanto com isso. Vai ver era curiosidade, que apesar de às vezes ser menosprezada, era um dos sentimentos que Eleanor mais gostava de sentir - sentir-se curiosa, era sinônimo de sentir-se disposta a aprender algo novo. Problema é que a escola nunca lhe ajudava com “aprender algo novo”, parecia que a curiosidade nunca importava e sim “vencer o conteúdo” como alguns professores e colegas viviam repetindo. Parecia que o único lugar que era permitido ser curiosa era dentro da escola mas não dentro das aulas, como se Eleanor

precisasse de algum portal dentro da escola para poder tirar suas dúvidas reais, de coisas que lhe incomodavam ou despertavam a curiosidade.

Chegando na escola, tentou conversar com os colegas e perguntar se eles haviam visto o noticiário e se sabiam o que eram as ondas gravitacionais e por que demoraram tanto tempo para provar sua existência e provar que Einstein estava certo, mas juntando as respostas que recebeu, era resumidamente:

- Ah, vamos falar de outra coisa, que assunto chato...

Durante a aula de Física não foi diferente. Seguiu o conselho da mãe e tentou perguntar à professora, sendo que essa, apesar do claro entusiasmo, não podia mudar a aula, pois a escola já trazia o que ela devia ensinar tudo programado, sem que ela pudesse sugerir ou modificar algo. Como aparentemente as perguntas de Eleanor não eram simples, “coisas triviais” como alguns livros didáticos diziam, não seriam respostas curtas e limitadas, sem poder pensar com os outros, coletivamente, que iriam ajudar. A curiosidade parecia murchar, lentamente, quando a campainha do sinal que marcava o fim da aula começou a berrar, despertando Eleanor de seus pensamentos. Ela queria muito sair daquele dia não com mais certezas, porém com vontade de continuar perseguindo suas dúvidas. Foi até a mesa da professora e perguntou:

- Professora, as dúvidas que tenho nunca temos tempo de discutir nas aulas, meus colegas normalmente acham o assunto chato, minha família teve pouco acesso à escola, ou seja, ao mesmo tempo que o único lugar que eu poderia discutir minhas dúvidas é na escola, é nela o único lugar que ninguém parece se importar!
- Eleanor, acalme-se querida - começou a professora, com um misto de orgulho e aflição - você não deve abandonar sua curiosidade só porque todo mundo parece não se importar. Às vezes, ao nos tornarmos adultos, somos forçados a silenciar nossas curiosidades sinceras, e concordo com você que a escola que deveria contribuir para isso, muitas vezes só atrapalha. Façamos o seguinte, me encontre amanhã, na sala ao lado do ginásio de esportes para tomarmos um café e conversar sobre suas questões. O que me diz?

Eleanor ficou super empolgada. Ela sempre teve profunda admiração pela professora de Física, adorava as aulas, apesar de sentir que elas deveriam ter mais espaço para a criatividade, mas sabia que não era culpa da professora. Ter um momento só com ela para tirar suas dúvidas, considerando o quão atarefada a professora era, seria incrível. Aceitou sem nem pestanejar. A

única coisa que não conseguia entender é por qual motivo o encontro deveria ser na sala do ginásio de esportes, pois aquele lugar estava lá parado há tanto tempo; ninguém usava aquele espaço há anos.

No dia seguinte parecia que as aulas eram intermináveis, ela fechava os olhos e só pensava que aquilo deveria acabar logo. Quando o sinal novamente soou, saiu correndo para encontrar a professora. Chegou até a sala do ginásio de esportes e encontrou a porta encostada. Abriu-a lentamente e, para sua surpresa encontrou a professora e mais dois colegas de turma, Jorge e Rita, que já lhe dava as boas vindas. Não segurou a surpresa e perguntou:

- O que vocês fazem aqui?
- A professora comentou que você estava com muitas dúvidas em relação às ondas gravitacionais e como estamos montando um grupo de estudos paralelo às aulas, pensamos que seria legal nos unirmos - respondeu Jorge.
- E tem mais Eleanor - começou Rita - o único jeito que a professora arrumou para discutirmos essas outras coisas que não estão na programação que ela recebe das aulas foi nos reunindo aqui, não é professora?
- Ah Rita, isso não importa, são ossos do ofício - disse desconcertada a professora.

Eleanor repetiu suas perguntas, o que seriam as ondas gravitacionais e por qual motivo os cientistas demoraram tanto tempo para provar algo que Einstein já havia proposto com fórmulas matemáticas. Aproveitou para ressaltar a explicação do padre Carlos, de que provavelmente os cientistas tiveram pouca fé em Einstein durante todo esse tempo e disse que a mãe lhe incentivara a falar com a professora, o que havia lhe trazido até ali. A conversa estava sendo ótima pois ainda que ela achasse que a professora fosse lhe trazer todas as respostas, seus colegas junto com ela e a professora estavam debatendo e tentando tirar suas dúvidas. Cada um sabia um pouquinho mais sobre alguma coisa; Jorge gostava de filosofia da ciência e já havia estudado um pouco sobre teorias e as formas de testá-las e Rita sabia muita coisa sobre Física Moderna, pois devorava os livros de divulgação científica que tinha em casa. No fim, Eleanor percebia que a importância estava nessas conversas coletivas e não em descobrir tudo sozinha, como ela antes pensava que fosse, ou que a professora devia saber de tudo. A professora era presente, ajudava nas discussões principalmente fazendo questões que auxiliavam os alunos a pensar, indicando leituras que pudessem melhorar o entendimento, mas não estava ali para dar

respostas prontas, ou como ela costumava dizer “Ciência não é feita por receita de bolo, basta seguir os passos e tudo se acerta”.

Aquele encontro foi incrível e poderia ser ainda melhor, pois eles combinaram de se encontrar quinzenalmente e aos poucos tentar aumentar o grupo. Muitas dúvidas e curiosidades ainda persistiam e isso era o que movia o grupo, mas Eleanor já conseguiu aprender diversas coisas; Jorge lhe explicou que “provar que Einstein estava certo” não era bem assim, pois a “prova científica” não era algo tão trivial de se discutir, não se tratava de provar que Einstein estava certo e sim pensar que a existência das ondas gravitacionais fazia parte de sua teoria, mais ampla, e que essa já estava progredindo durante esses cem anos, enquanto Rita que estava lendo um livro sobre História da Física lhe disse que durante esses cem anos desde que Einstein previu a existência de ondas gravitacionais até sua descoberta muitas pessoas se envolveram com estudos e construíram modelos e experimentos, não foi somente depois de cem anos que, realizando um experimento, tudo era verdade. A professora foi fundamental para auxiliar nas discussões sobre as questões filosóficas e algumas explicações sobre a Física das ondas gravitacionais, mas mais ainda por incentivar a discussão, o debate coletivo. Eleanor já sabia que a primeira coisa que faria ao chegar em casa seria dar um enorme beijo na mãe, pela idéia brilhante que teve lhe dizendo para falar com a professora e os colegas. Só havia mais uma coisa que intrigava Eleanor: Jorge e Rita não haviam se manifestado quando ela tentou tirar suas dúvidas com os colegas, no dia anterior, quando todos lhe diziam para mudar de assunto. Então perguntou:

- Por que quando eu estava com essas dúvidas vocês não me disseram que estavam montando o grupo, que também se interessavam pelo assunto?
- Ninguém além de nós na turma gosta de discutir Ciência, Eleanor - respondeu Rita - todo mundo acha chato, difícil de entender.
- Além disso - continuou Jorge - poucos podem ficar depois da aula para conversar sobre. O Pedro, por exemplo, queria, mas precisa ajudar o pai com a colheita de algodão, tem que estar cedo em casa.
- Mas então a gente podia divulgar no jornal da escola, mensalmente, sobre o que discutimos, o que vocês acham? - Perguntou animada Eleanor.

Ambos concordaram e a professora sentiu-se orgulhosa. Eram momentos como esse que faziam suas escolhas pela docência valer a pena. Sabia que seria trabalhoso, pois não era fácil montar um grupo daqueles extraturno, mas sabia que com o tempo os estudantes sozinhos conseguiriam organizar as discussões, pois a força desses eventos estava na coletividade, era nisso que ela ainda acreditava; não há solidão quando os pensamentos se unem. Naquele momento em diante, e muitos anos depois lembrando desse dia ainda não entendia por que, mas naquele fim de manhã na sala do ginásio de esportes olhando o brilho nos olhos de Eleanor, a professora só conseguia lembrar um trecho de uma música dos Beatles, que esquecera o título:

“Todas as pessoas solitárias

De onde todas elas vêm?

Todas as pessoas solitárias

De onde todas elas são?”

Apêndice 2 - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO - CED
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO - CIÊNCIAS
DA NATUREZA E MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

PREZADO(A) PARTICIPANTE,

Você está convidado(a) a participar de uma ação educativa vinculada à uma pesquisa de mestrado intitulada **“Da janela em Berna à detecção das ondas gravitacionais: discussões de Natureza da Ciência por meio de textos”**, do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A pesquisa tem como principal objetivo co-construir, a partir de atividades em torno de um texto em formato literário (miniconto), discussões relacionadas à Natureza da Ciência que tocam o tema “prova científica”. Além disso, buscamos analisar as possíveis problemáticas relacionadas às discussões envolvendo Natureza da Ciência na educação básica, especificamente das escolas do campo. Para isso, por meio de dois encontros presenciais durante a disciplina de Saberes e Fazeres da Licenciatura em Educação do Campo - UFSC e algumas atividades de escrita e discussão desenvolvidas à distância via *google drive*, pretende-se coletar os dados para a pesquisa através da gravação de áudio do momento das discussões em sala de aula e salvar os registros escritos realizados no *google drive* para análise posterior.

A partir dessa ação de pesquisa, como benefício, você poderá contribuir para a área da Educação Científica e Tecnológica, bem como para a Educação do Campo. Entretanto, os dados obtidos na forma escrita e em áudio serão utilizados somente para a análise da pesquisa em questão e não serão divulgadas.

Os resultados desta ação de pesquisa, caso apresentados em encontros ou revistas científicas, mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

Durante os procedimentos desta ação de pesquisa você estará sempre acompanhado pelos pesquisadores, que lhe prestarão toda a assistência necessária. Caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre o projeto você poderá entrar em contato com os pesquisadores a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo, no final do texto.

Eu, _____, RG, _____, li este documento (ou tive este documento lido para mim por uma pessoa de confiança) e obtive dos pesquisadores todas as informações que julguei necessárias para me sentir esclarecido e optar por livre e espontânea vontade participar da pesquisa.

Local

e

Data:

Assinatura:

Contato com o pesquisador responsável: **Prof. Dr. Juliano Camillo, Telefone (48) 99938-4456, email julianocamillo@gmail.com e João Otavio Garcia da Silva, (47) 99639-3613, email joaoppgect@gmail.com.**

Apêndice 3 - Planejamento dos encontros para aplicação da pesquisa.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 Centro de Ciências da Educação
 Curso de Licenciatura em Educação do Campo
 Campus Prof. João David Ferreira Lima – Trindade – CEP 88040-900 -
 Florianópolis / Santa Catarina / Brasil
 EDC 1446 Saberes e Fazeres IV



Planejamento dos encontros para aplicação da pesquisa.

Encontro 1 [12/04 (Rio Negrinho) e 13/04 (Mafra)] - Situando a problemática.

1. Objetivos

- Provocar discussões acerca de elementos de Natureza da Ciência, principalmente naqueles que permeiam assuntos relacionados a “valores na ciência”, buscando problematizar a forma popular cuja qual esses assuntos circulam, em geral na mídia de ampla escala, sob a forma de “prova científica”, “confirmação”, etc.;
- Iniciar as discussões que objetivam complexificar essas concepções populares e explicar para os alunos que essas discussões serão a nossa principal ferramenta para tal complexificação.
- A partir da continuação das discussões, estendê-las para a leitura e debate do “miniconto” intitulado “O espaço e o tempo de Eleanor”, buscando discutir, a partir do que os alunos, principalmente, destacarem, se (e como) este “miniconto” poderia ser utilizado nas escolas de educação básica do campo visando abordar a temática “prova científica”

2. Procedimentos metodológicos

Primeiro momento (15 minutos)

Explicar para os alunos que estamos iniciando uma atividade em grupo que para eles contará como uma atividade avaliativa da unidade curricular de Saberes e Fazeres IV, mas que o objetivo central é discutir problemáticas que, provavelmente, estarão para além da disciplina e constituem discussões importantes para a formação de todos.

Relatar que essa atividade está planejada para dois encontros de duas horas cada mas que, do primeiro para o segundo encontro, algumas atividades serão realizadas à distância, pelo *google drive*.

Pedir que para fins de organização os alunos formem até 6 grupos, sendo que cada grupo receberá um material que auxiliará na discussão.

Segundo momento (5 minutos)

Entregar para cada grupo um dos excertos selecionados (ver o item 3, **Materiais**) e explicar que estes terão aproximadamente 30 minutos para discutir o excerto que receberam, destacando os pontos que mais chamaram a atenção, situando alguma problemática que

identificaram e, principalmente, buscar identificar de que formas as ciências da natureza e uma (ou mais) possível idéia de prova científica são retratadas nesses excertos.

Terceiro momento (30 minutos)

Tempo dedicado para os alunos lerem e debaterem os excertos e desenvolverem os pontos para a discussão. Durante esse tempo, os professores poderão ir nos grupos para esclarecer alguma dúvida e, sempre que possível, destacar alguns pontos que possam provocar discussão.

Quarto momento (60 minutos)

Este é o tempo dedicado às discussões, onde cada grupo levanta os pontos que deseja debater. Considera-se aproximadamente 10 minutos por grupo, ainda que este tempo possa ser flexibilizado.

Quinto momento (10 minutos)

Explicar para os alunos que este foi somente um momento inicial da atividade que se desenvolverá nos próximos encontros e que as discussões não encerram ali. Pedir que se possível procurem manter os mesmos grupos para a próxima aula e explicar que, a partir dela, teremos também algumas atividades desenvolvidas à distância, relacionadas à continuidade dessas discussões, porém centralizando-as para um “mini-conto”, intitulado “O espaço e o tempo de Eleanor”, de autoria dos pesquisadores.

Entregar, para cada aluno uma cópia do texto e explicar que ele estará disponível online via *google drive* onde serão feitas as discussões e alterações “à distância”. É importante neste momento destacar que a leitura do texto, essas alterações online e as discussões do grupo no segundo encontro é que darão o sentido à essas atividades.

3. Materiais

Abaixo, seguem os excertos e suas respectivas fontes.

Excerto 1 - “Hercólubus, o planeta que se aproxima”

Existem muitas profecias que fazem referência ao final de nossa civilização.

A grande maioria destas previsões nos alerta de grandes catástrofes na Terra, tais como uma iminente mudança no eixo do nosso planeta, o conseqüente degelo dos polos e o desaparecimento de grandes regiões de terra firme. Muitas dessas profecias têm algo em comum: falam concretamente da aproximação de um astro que de forma periódica se aproxima da Terra. Esse planeta é chamado de diferentes maneiras: Hercólubus, Baal, Wormwood, Absinto, Planeta Frio, etc.

O QUE É HERCÓLUBUS?

O Planeta Hercólubus, chamado assim pelos sábios da antiguidade, é um mundo gigantesco, 5 ou 6 vezes maior que Júpiter que no passado pôs fim a civilização atlante e que está se aproximando novamente da terra.

HERCÓLUBUS
Gigantesco planeta aproxima-se da Terra
 Giant planet approaching Earth - Free book at www.hercolubus.tv
LIVRO GRATUITO **INFORME-SE**
www.hercolubus.tv/po
facebook.com/hercolubus.po



V.M. Rabolú alerta a humanidade sobre a aproximação de um gigantesco planeta e suas consequências, tais como: alterações climáticas, catástrofes, epidemias, vulcanismo, terremotos, crises, guerras, fome mundial, etc...

- Método para a eliminação dos defeitos psicológicos (pensamentos e comportamentos negativos).
- Técnicas para a viagem astral consciente (o mundo dos sonhos.)

Peça pela Internet → **CONSULTE NAS BIBLIOTECAS** www.hercolubus.tv/po
facebook.com/hercolubus.po

Livro impresso gratuito
 Free printed book
www.hercolubus.tv/po
facebook.com/hercolubus.po

Livro impresso gratuito
 Free printed book
www.hercolubus.tv/po
facebook.com/hercolubus.po

A aproximação deste astro a nosso Sistema Solar é um fato que ocorrerá em breve, que todo o mundo verá, e trará como consequência grandes convulsões em todos os rincões de nosso planeta.

Assim, no vaivém da vida tudo retorna a seu princípio ou a seu fim, já sucedeu que

em sua aproximação anterior onde Hercólubus pôs fim a civilização atlante. Estes fatos, bem conhecidos por todos aqueles seres que no curso da história gozaram de Consciência Desperta, ficaram devidamente narrados através de todos os “Dilúvios Universais” de diferentes religiões e culturas.

Em sua visita atual, a aproximação progressiva de Hercólubus provocará todo o tipo de erupções vulcânicas, terremotos, maremotos, que irão acontecendo cada vez com maior frequência e intensidade e que concluirão com uma devastação total. Quando Hercólubus passe próximo a Terra, sua gigantesca força de atração gravitacional atrairá o magma fundido a superfície terrestre e aumentarão extraordinariamente em número e intensidade os terremotos, maremotos, erupções vulcânicas, etc., que alcançarão magnitudes nunca antes conhecidas.

A aproximação de Hercólubus é um fato que trará profundas mudanças em nosso planeta. Na mecânica celeste, Hercólubus ajudará a verticalizar os polos. Ele é uma peça de uma grande máquina.

A aproximação deste astro está às portas e sobre esta ameaça procedente do cosmos se sabe mais do que se diz. De tempos em tempos aparecem nos meios de comunicação notícias relacionadas com este tema. A ciência conta com sistemas avançados de detecção e já, frequentemente, se fala de que o risco de um perigo procedente do espaço é grande.

Todos estes dados e outros mais, dão o que pensar a uma sociedade que contempla com estupor as notícias. E nos vem à memória as velhas profecias que já avisavam sobre este perigo.

O LIVRO “HERCÓLUBUS OU PLANETA VERMELHO”

No curso da história diferentes homens de Consciência Desperta têm falado sobre tal fenômeno cósmico. Um claro exemplo disso, muito atual, é o pequeno livro intitulado “Hercólubus ou Planeta Vermelho”, escrito por V.M. Rabolú, o grande esoterista colombiano, e que podemos qualificar como: “um documento sobre o futuro escrito com plena consciência”.

Baseando-se em sua experiência direta e consciente, seu autor, V.M. Rabolú, nos ensina em seu livro os sistemas de eliminação dos defeitos psicológicos e as técnicas de desdobramento astral como únicas fórmulas existentes para receber a ajuda descrita no livro.

“Hercólubus ou Planeta Vermelho” é o resultado das investigações de seu autor nas dimensões superiores da natureza.

Qualquer pessoa poderá vivenciar, por si mesma, que as informações contidas nesta obra irão se cumprindo progressivamente através do tempo.

V.M. Rabolú diz em seu livro:

“Quando Hercólubus se aproximar mais da Terra, que se ponha ao lado do Sol, começarão as epidemias mortíferas a expandirem-se por todo o planeta e os médicos ou

ciência oficial não conhecerão que classe de doenças são e com o que se curam; ficarão de mãos ao alto rendidos às epidemias...”

“Sustento o que escrevo neste livro porque conheço, estou seguro do que digo, porque tenho investigado a fundo com meu corpo astral, que é o que me permite dar-me conta de tudo, minuciosamente.”

V.M. Rabolú ensina em seu livro o sistema para a eliminação dos defeitos psicológicos e as técnicas de desdobramento astral como únicas fórmulas existentes para escapar do cataclismo que vem. Somente aquelas pessoas que demonstrem uma transformação espiritual com fatos é que poderão ser ajudadas. Conclui dizendo:

“Amável leitor: estou falando muito claro para que entenda a necessidade que há de se lançar a trabalhar seriamente, porque aquele que esteja trabalhando, tiram-no do perigo. Isto não é para que formem teorias nem discussões, mas sim para que experimentem o verdadeiro ensinamento que lhes estou dando neste livro, pois não nos resta mais a que apelar.”

Fonte: <https://planetahercolubus.info/>

Excerto 2 - “Agrotóxico faz mal à saúde?”

Agrotóxico faz mal? É possível não usá-lo? Veja o que é verdade e mentira no debate

Riscos são maiores para quem vive no campo; é possível reduzir uso, mas desafio é maior para grandes culturas

A discussão em torno do projeto de lei apelidado de PL do Veneno por ambientalistas acirrou os ânimos entre estes e os ruralistas. Os primeiros argumentam que ao centralizar a avaliação de novos produtos no Ministério da Agricultura, o que tira poder do Ibama e da Anvisa, estaríamos sujeitos a riscos ambientais e de saúde sem precedentes.

Por outro lado, para empresários rurais e para a indústria química, a maior facilidade na regulação e distribuição dos pesticidas ajudaria o país a manter a produtividade no campo.

No momento, o PL 6.299, que tramita em regime de prioridade, encontra-se pronto para ser pautado no plenário da Câmara.

Em meio à guerra de versões, a Folha traz o que a ciência e os cientistas têm a dizer sobre o tema, em perguntas e respostas.

1. Agrotóxico é a mesma coisa que defensivo agrícola e pesticida?

Sim. A diferença está relacionada à decisão de enfatizar determinado aspecto com a escolha da palavra (outro termo usado é fitossanitário). Agrotóxico está correto, já que se trata de substância tóxica usada na agricultura.

O mesmo vale para defensivo agrícola, uma vez que o objetivo da aplicação é defender as plantações. Pesticida quer dizer "o que mata pragas", enquanto a definição de praga, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), é:

"Qualquer forma de vida vegetal ou animal ou qualquer agente patogênico daninho para os vegetais". Dessa forma, não há erro em usar nenhum dos termos acima.

2. Quais são os tipos de agrotóxicos? O que eles fazem?

Há uma enorme diversidade de usos e de composição química dessas substâncias. Além da divisão funcional em herbicidas (contra ervas daninhas), inseticidas e fungicidas, é possível classificá-los de acordo com seu mecanismo de ação sobre as pragas.

4. As moléculas dos agrotóxicos são biodegradáveis?

Em princípio, são —para serem aprovados hoje, os pesticidas precisam ter um tempo de vida curto na natureza, entre dias e semanas.

Também se recomenda que haja um intervalo entre a aplicação dos defensivos e a chegada do produto ao mercado, para que haja tempo de essa degradação acontecer, bem como cuidados como a lavagem dos alimentos.

Entretanto, há vários indícios de que esse processo está longe de ser perfeito. O lençol freático de países desenvolvidos frequentemente traz quantidades acima do recomendado de agrotóxicos —inclusive daqueles já proibidos há vários anos. E as versões degradadas das moléculas também costumam persistir com alguma frequência, com efeitos ainda muito pouco conhecidos.

5. Pesticidas estão matando as abelhas e outros insetos polinizadores?

Ainda não há um veredicto claro, embora os indícios sejam preocupantes. As substâncias que talvez estejam provocando ou potencializando outras causas do colapso de colmeias no hemisfério Norte são os neonicotinoides (como o nome sugere, derivados da nicotina) e as formamidinas.

Estudos feitos em laboratório indicam que os neonicotinoides atrapalham as capacidades olfativas de abelhas domésticas, afetando a busca de alimento, a memória e o aprendizado. A questão, porém, é saber se as concentrações usadas desses inseticidas num contexto agrícola real seriam suficientes para produzir colapsos de colmeias.

6. O que acontece com as pragas após o uso constante das substâncias?

É comum o aparecimento de superpragas —ervas daninhas e insetos com capacidade de resistir a um ou mais tipos de defensivos agrícolas.

O Levantamento Internacional de Ervas Daninhas Resistentes, esforço colaborativo de cientistas da área em 80 países, registrou, só no ano passado, o aparecimento de cinco novas ervas daninhas "turbinadas" no Brasil, das quais quatro são resistentes a múltiplos tipos de herbicidas.

O processo é um exemplo clássico de seleção natural em ação, como ocorre no caso das bactérias que desenvolvem resistência a antibióticos.

7. Há mesmo vantagem dos agrotóxicos mais modernos em relação aos antigos?

Os agrotóxicos mais modernos, explica o engenheiro agrônomo, Otavio Abi Saab, da Universidade Estadual de Londrina, são usados em quantidade menor. Além disso, os compostos mais modernos, mesmo em baixa quantidade, têm ação mais intensa contra pragas específicas, prejudicando menos outras espécies.

"Uma desvantagem é que eles são mais caros. Além disso, com as moléculas antigas, menos específicas, o produtor pode fazer uma aplicação só, controlando lagarta e percevejo de uma vez", diz Abi Saab.

9. Supondo que o Brasil ou o mundo parasse de usar agrotóxicos, o que aconteceria ao ambiente?

A grande diversidade das substâncias usadas para esse fim e a complexidade das interações entre elas e diversos tipos de seres vivos fazem com que uma resposta precisa e única para essa pergunta seja muito difícil. "Certamente ainda não estamos em terreno seguro sobre esse tema", diz Heinz Köhler, do Instituto de Evolução e Ecologia da Universidade de Tübingen (Alemanha).

De um lado, muitos países já deixaram de lado ou reduziram o uso de agrotóxicos que permanecem muito tempo no ambiente, como o DDT, responsáveis por episódios de mortandade em massa de vertebrados e invertebrados ao longo do século 20.

O que ainda não está claro é como a aplicação repetida de moléculas menos agressivas pode afetar populações de seres vivos de formas mais sutis ou indiretas. Muitas delas têm efeitos sobre o sistema hormonal ou o sistema imune.

10. Quais são os modelos de cultivo que menos precisam de agrotóxicos?

Um consenso entre os acadêmicos conhecedores do sistema de produção de alimentos é que não é possível se livrar dos agrotóxicos, especialmente em grandes culturas. O que dá para fazer é minimizar o uso.

A prática conhecida como manejo integrado lança mão de diversas abordagens, como a instalação de barreiras físicas, uso de controle biológico (insetos e ácaros que comem pragas, por exemplo) e, se necessário, o uso de pesticidas.

"O problema é que essa possibilidade não chega ao produtor. Na citricultura brasileira havia um modelo que fazia manejo integrado, mas isso foi se perdendo. O vácuo entre a pesquisa acadêmica e o produtor no campo impediu a continuidade", diz Uemerson Cunha, professor da Ufpel.

11. Qual seria o impacto econômico da proibição dos agrotóxicos?

O preço dos alimentos tenderia às alturas, devido à baixa produtividade. Algumas lavouras produziram menos de um terço da safra convencional.

Não se trata de uma alternativa viável para pesquisadores e estudiosos da área. As reivindicações do ponto de vista ambiental e da saúde estão mais para garantir a segurança e reduzir o uso exagerado do que para pleitear a proibição dos agrotóxicos.

A alternativa possível seriam os produtos orgânicos. Mas, do ponto de vista econômico, são itens caros, produzidos em baixa escala em pequenas propriedades.

"Trabalho com produção orgânica, mas não podemos ser extremistas. Na prática, trata-se de um produto de nicho. A produção, perto do contingente nacional, é pouco significativa e não atenderia a população", explica Uemerson Cunha, da Ufpel.

12. É possível ter o mesmo efeito de proteção contra pragas com menos aplicações dos produtos?

Ao menos no curto prazo, não é realista esperar que a agricultura de grande escala no mundo abandone totalmente os agrotóxicos, mas os dados científicos indicam que há bastante espaço para redução e racionalização do uso, bem como para o emprego de estratégias combinadas.

15. Alimentos orgânicos são mais seguros?

É muito difícil demonstrar —ou rejeitar— a ideia de que alimentos produzidos por métodos orgânicos são mais seguros para a saúde do que os cultivados com agrotóxicos.

Estudos populacionais de grande escala sobre alimentação são complicados de conduzir e controlar (por exemplo, se pessoas que só comem orgânicos são mais saudáveis, será que isso é por causa da alimentação ou porque o público que consome esses alimentos tem uma tendência maior a se cuidar?).

Uma revisão sistemática (análise de estudos), publicada na revista científica *Annals of Internal Medicine*, mostrou que, em alguns casos, há níveis de pesticidas maiores na urina de crianças que não consumiam orgânicos, mas, em geral, são níveis residuais, cujo impacto clínico pode não ser significativo.

17. Agrotóxicos podem causar a morte?

Sim, podem —mas essa informação, por si só, não quer dizer muita coisa, já que praticamente todas as substâncias existentes têm uma dose letal. Embora talvez causem uma quantidade substancial de mortes, é preciso considerar as mortes por envenenamento agudo, ou seja, de curto prazo.

Um relatório da ONU estima que as mortes motivadas por esse fator chegariam a 200 mil por ano, principalmente em países pobres que ainda usam pesticidas menos seguros.

Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2018/07/agrotoxico-faz-mal-e-possivel-nao-usa-lo-veja-o-que-e-verdade-e-mentira-no-debate.shtml>

Excerto 3 - “Agroglifos em Santa Catarina”

Sai o laudo dos agroglifos de Santa Catarina



Um evento que vem se repetindo desde 2008 já se tornou um clássico e um dos maiores mistérios da Ufologia Brasileira: os impressionantes agroglifos que, sempre no último trimestre do ano, costumam aparecer em Ipuçu, pequena cidade do oeste de Santa Catarina. De simples desenhos com círculos concêntricos, os sinais têm se tornado mais complexos a cada ano, desafiando os ufólogos a encontrar uma explicação.

Um dos mais novos pesquisadores a se voltar para a investigação dos agroglifos de Santa Catarina é o professor universitário, policial e perito criminal do Instituto de Criminalística do Paraná Antonio Inajar Kurowski. Também consultor especial da Revista UFO, Toni, como é chamado entre seus colegas, participou de inúmeras investigações nos últimos tempos, como os casos Três Pontas, Queimados e do Boeing 757 da Air China, apresentando seus pareceres altamente técnicos após uma detalhada e científica análise de cada caso.

HISTÓRICO DOS FATOS

No sábado pela manhã, no dia e horário anteriormente mencionados, recebemos um telefonema do editor da Revista UFO informando sobre a ocorrência recente de sinais em área de agricultura, doravante nominados neste laudo como agroglifo. Nesta ocasião nos foi feito o convite para participarmos da investigação do fenômeno, o que aceitamos prontamente.

Fomos comunicados pelo morador limítrofe com um dos campos onde surgiu o agroglifo mais próximo da cidade, que nomeamos “agroglifo oeste”, senhor Valdemar Visoli, de que nenhuma alteração foi percebida na noite anterior e que, ao sair de sua casa pela manhã de sábado (02/11), percebeu a formação de uma grande espiral sobre o campo de trigo já maduro. Outra moradora da cidade, em residência com vista direta para a área onde surgiu o agroglifo oeste, Tatiana Pedrosa, informou que às 06h00 saiu de casa por alguns momentos para levar seus cães para passear, conforme procede todas as manhãs, e que, neste horário, olhou para o campo em referência, nada tendo percebido de anormal.

O eixo maior deste agroglifo (linha imaginária que passa pelo centro da espiral e o centro do círculo menor) se orienta de sudoeste para nordeste, aparentemente a 45° em relação ao norte geográfico e, portanto, seu eixo menor (perpendicular ao anterior), se orienta no sentido sudeste para noroeste.

No centro da espiral há um pequeno círculo, com diâmetro aproximado de 2 m formado pelo deitamento das hastes do trigo, as quais ficaram paralelas ao solo, indicando que sua formação se deu com um giro no sentido horário (direção das hastes do trigo), iniciando a partir de sua região superior, considerando-se a inclinação do terreno uma faixa com aproximadamente 85 cm. Esta faixa se afasta deste círculo central, adquirindo uma distância de aproximadamente 1,20 m a partir de sua região superior (considerando também a inclinação do terreno). As faixas assim formadas pelo deitamento das hastes do trigo (85 cm) e pelo trigo intacto (1,20 m) mantêm estas mesmas larguras até o nal da espiral, na posição mais ao nordeste, a qual contém 13 voltas no sentido horário, com o trigo deitado seguindo essa mesma direção.

Mensurou-se, através de aplicativos que constavam em dois aparelhos celulares do tipo smartphone, distúrbios na bússola eletrônica fazendo com que estas não tivessem nenhuma precisão, pois o ponteiro realizava saltos de 90° em direções variadas e com espaço de poucos segundos, sendo que estas funcionavam a contento quando fora do agroglifo a partir de uma distância de cerca de 5 m. Utilizando outro aplicativo, constatou-se forte eletromagnetismo no interior do agroglifo, com indicações acima de 800 mG (miliGauss), sendo que, a uma distância a partir de 5 m de afastamento da gura, as medições de

eletromagnetismo caíam para valores abaixo de 100 mG (miliGauss).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos e constatamos que em ambos os agroglifos não há nenhum sinal característico de ação humana, conforme comumente observado nos falsos agroglifos, quais sejam: contorno dos desenhos com irregularidades, hastes da vegetação dobradas ou partidas, hastes com aspecto

Os desenhos são geométricos, simétricos e harmônicos, denotando serem ambos um feito inteligente. Não é possível que um fenômeno inteligente tenha origem em uma causa que não o seja! Portanto, conclui-se que a causa do fenômeno é inteligente também. Isto posto, verificando que os agroglifos oeste e sudoeste examinados apresentam todas as características constantes nos agroglifos autênticos estudados cientificamente em todo o planeta, nos fazendo concluir pela sua AUTENTICIDADE.

Uma nova reviravolta caracterizará o V Fórum Mundial de Ufologia (II UFOZ 2013). Devido ao surgimento dos recentes agroglifos em Ipuacu e comprovando o aumento de sua complexidade ano a ano, além de sua importância no contexto ufológico, o evento terá uma sessão em que se abordará as novas descobertas em Santa Catarina e também se fará revelações sobre as formações.

Fonte: <https://ufo.com.br/noticias/sai-o-laudo-dos-agroglifos-de-santa-catarina/>

Excerto 4 - “Fenômenos quânticos e problemas familiares”

Médica Andrea Soccol mostra como fenômenos quânticos ajudam a superar problemas financeiros e familiares.

Andrea Soccol, médica, doutora em Biotecnologia, coach em física quântica e desenvolvimento pessoal. Ela motiva mulheres principalmente para o despertar da consciência plena ao desligar do mundo externo para o autoconhecimento físico, emocional, mental e espiritual, conheça um pouco sobre suas histórias de superações, onde ela enfrentou momentos difíceis e por muitas vezes, achou que não conseguiria superar, até que descobriu o poder da sua mente do seu pensamento e o poder do amor através da Física Quântica, hoje é referências para muitas mulheres principalmente através de seus cursos e palestras mostra que O PODER ESTÁ DENTRO DE VOCÊ...



“Temos a centelha divina! Somos capazes de tudo o que nosso subconsciente acreditar! Sabendo como utilizar corretamente as técnicas, conseguimos atingir qualquer objetivo”, relata a Doutora Andrea em entrevista ao DellaRosa

O Livro A Cura Física é minha Jornada, e o que desejo é inspirar outras pessoas a assumirem as suas jornadas evolutivas e de vida , relata Doutora Andrea Soccol em entrevista.

“Integrar nossa mente e corpo é o segredo para você evoluir! Pois tudo é Energia (Andrea Soccol)”

“Hoje sou um ser que se respeita mais , se ama mais, acredita e sonha, pois superei através da física quântica a minha dívida, evolui como esposa melhor, pois aprendi a ser grata ver com olhos de beleza para que eu possa ser mais feliz. Há anos atrás eu estava vibrando na frequência do medo, onde tudo potencialmente é uma ameaça. Quando entendemos que temos esse poder, as coisas mudam, o poder da gratidão.”

Quando a perguntei qual foi o principal objetivo de escrever o livro ela respondeu que era poder ajudar as pessoas a despertar o amor em si mesmas, assim encontrando o caminho da cura e da liberdade.

O PODER DO PENSAMENTO (todo o universo é energia. Todas as coisas são energia, assim como todo o universo é energia, assim também são os seus pensamentos e sentimentos)

Sobre o livro A Cura Física: foi baseado em fatos reais e mostra como superar os desafios da vida, como ter sucesso pessoal, social e econômico. Você que as vezes se pergunta o que está fazendo nesse mundo, qual é o propósito de viver, porque passamos por dificuldades...

“Entenderá que somos os responsáveis pelo nosso sucesso ou fracasso. No livro, mostrarei técnicas simples que podem ser utilizadas por qualquer pessoa para atingir seus objetivos e ter uma vida mais feliz e plena”

Um momento mais crucial foi quando estava com mais de meio milhão de dívidas e tive que achar saída, esta saída foi interna, tive que fazer um mergulho profundo no que sou.

O Livro A CURA FÍSICA foi baseado em fatos reais e mostra como superar os desafios da vida, como ter sucesso pessoal, social e econômico.

A médica, doutora em biotecnologia e coach em física quântica, *Andrea Soccol*, lançou ano passado o seu canal no Youtube, onde você encontra vídeos e dicas para seu desenvolvimento pessoal. Integrando seu corpo e sua mente você conseguirá atingir seus maiores objetivos ...

Seus vídeos ensinam que a força do pensamento gera sua realidade! Como gerar abundância e ter vida plena!

Um momento marcante quando ela descobriu que estava grávida é o médico lhe deu a notícia que teria que realizar uma coleta, pois seu bebê não estava com batimentos cardíacos, Andrea negou aquela realidade e teve a decisão de ter fé, e o poder do pensamento e realizou o sonho aos 30 anos de ser mãe de uma linda filha.

Fonte: <https://saojoaquimonline.com.br/della-rosa/2019/02/12/medica-andrea-soccol-mostra-como-fenomenos-quanticos-ajudam-a-superar-problemas-financeiros-e-familiares/>

Excerto 5 - “Provas científicas de que deus existe”

Superinteligência, ordem, mágica, equilíbrio... cientistas tentam explicar a existência divina em diversas formas.

- A ordem explicável: Richard Swinburne, professor emérito de Filosofia na Universidade de Oxford, afirma que “pesquisas científicas recentes sobre a estrutura fina do Universo (sua ordem surpreendente) demonstram que a matéria inicial e as leis da natureza tiveram que apresentar características realmente especiais para que a vida pudesse evoluir”. Desse modo, ele chegou à conclusão de que a única explicação possível para isso é a ação de uma força criadora.
- Uma mente superior: Com relação à formação do Cosmos, Sir Alfred Hoyle, possivelmente o astrofísico de maior destaque na história, afirmou que “uma interpretação óbvia dos fatos sugere que uma superinteligência tem brincado com a física, a química e a biologia, e que, na natureza, não existem forças cegas dignas de menção. Os valores que calculamos a partir dos fatos me parecem tão esmagadores que deixam esse assunto quase para além de qualquer dúvida”.

- Forças mágicas: Dentre as chamadas “coincidências impossíveis” que permitem a existência da matéria, são mencionadas quatro forças “mágicas”. Elas são a base da Física: a interação nuclear forte, a interação nuclear fraca, o eletromagnetismo e a gravidade. A proporção energética através da qual elas interagem é tão precisa que a variação mais ínfima anularia completamente qualquer possibilidade de existência da matéria e, portanto, do Cosmos.
- O equilíbrio cósmico: Um dos maiores enigmas para a ciência está no equilíbrio possível entre a gravidade e o eletromagnetismo. A respeito disso, o famoso físico e matemático Freeman Dyson afirmou: “Quando estudamos o Universo e identificamos os muitos acidentes da física e da astronomia que aconteceram em nosso benefício, parece quase como se o Universo soubesse, de algum modo, que nós viríamos posteriormente”.

Comentários de internautas:

History... Só lamento! Não tem nada de científico no seu post... São somente alienações de pensadores... Não vi um estudo ou pesquisa que possa falar que se trata de algo científico... Ou o título é puramente sensacionalista ou os seus editores precisam estudar um pouco mais sobre método científico... e na primeira evidência o citado é um filósofo... tenha "santa" paciência!

Ahhhh. Tá. Agora que a ciência provou a existência de Deus, eu acredito!!! A minha fé está em Deus ou na ciência? A ciência também já tentou me convencer da inexistência de Deus. Eu aguardei a ciência reconhecer seu erro.

Método científico é aquele que já provou que no mundo físico vida não vem a existência sem outra vida lhe dar origem? Sim, a ciência é uma aliada poderosa de Deus. Foi Ele quem projetou tudo usando a ciência.

Legal né?

E onde a senhora achou a EVIDÊNCIA, ou a comprovação CIENTÍFICA que traz o embasamento do seu comentário, "Agora que a ciência provou a existência de Deus, eu acredito."

Quatro especulações científicas, isso sim. Título altamente caça-cliques. No entanto, são fortes indícios da possibilidade da existência de um ser superior.

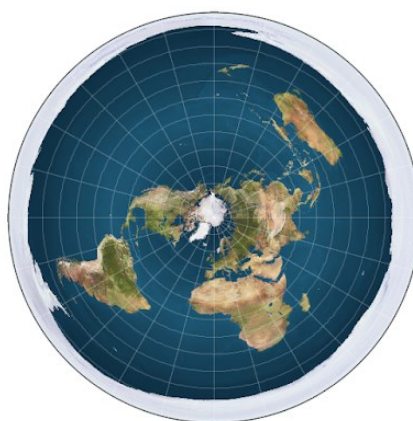
Willian Massarelli Vasconcelos óbvio que não é "Deus" até porque se vamos mencionar um ser superior por que tem que ser o Seu Deus, porque o colocam como ser superior e único? Que pelo que eu saiba e tolíce acreditar em algo desse tipo que nao tem nenhuma comprovação científica 'Dele'

Mauricio Ferrari Nossa que argumento horrível simplesmente feio sem fundamento já PROVADO várias e várias vezes que o "Big Bang" realmente existiu mas sabe algo que não foi científica PROVADO? Isso mesmo o seu ser supremo que criou tudo e sabe de tudo! Então amigão quando for PROVADO CIENTIFICAMENTE q esse tal ser supremo existe aí quem sabe nós com um pouco mais de 100 de QI acredite

Seria mais fácil um cientista sério e capaz acreditar que algo pode surgir do nada?? É só publicarem uma matéria que não está nos padrões dos ditos cientistas de internet, que logo vem o mi mi mi. Qualquer ser humano com o mínimo de razão conclui que algo, mesmo a mais simples matéria não pode surgir do nada, como mágica. Quanto mais com um nível de organização tão intrinseca como o universo, ainda vão ter de aceitar as chibatadas do óbvio, não adianta lamentar nem espernear, chingar muito menos, terão de aceitar e virão mais provas, de que O Todo Poderoso do Universo foi quem criou tudo. A prova disso está ao nosso redor é simples.

Fonte: <https://seuhistory.com/noticias/quatro-provas-cientificas-de-que-deus-existe>

Excerto 6 - "As provas da Terra Plana"



Somos doutrinados, desde criança, que a Terra é um globo, de formato semelhante a uma bola de futebol, e que se alguém um dia pensou diferente era ignorante e absolutamente ingênuo. Muitos tem tanta certeza de que a Terra é um globo girando no espaço que estão automaticamente propensos a rejeitar e a ridicularizar de antemão qualquer evidência contrária, e sequer se preocupam em estudar seriamente o assunto para ter certeza de que não foram enganados. É assim que as maiores mentiras da humanidade são construídas: quando ninguém tem mais vontade de questioná-las.

- As Provas da Terra Plana

Em primeiro lugar, recomendo a série de artigos do "[Saindo da Matrix](#)", cujo conteúdo é imprescindível para qualquer um que quiser entender o assunto e conhecer algumas das principais evidências:

O quinto vídeo da série é, na minha opinião, o que tem as melhores evidências. Se a Terra é um globo, então seria possível conferir a existência da curvatura aqui mesmo na superfície da Terra, e isso é algo que qualquer pessoa pode testar por si mesma. Basta fazer os cálculos necessários em uma planície e constatar que objetos a uma distância em que não poderiam ser vistos se a Terra fosse redonda (porque estariam abaixo da curva) podem ser vistos tranquilamente com a ajuda de uma câmera ou de um telescópio, e muitas vezes até mesmo a olho nu.

Além dos exemplos citados no vídeo acima, um dos mais notáveis é o da própria Estátua da Liberdade, que deveria estar obstruída por 2.072 pés da curvatura da Terra quando vista de uma distância de 60 milhas. Em vez disso, é visível e identificável, como se a Terra fosse apenas um plano estendido. Esta é uma prova indiscutível e irrefutável, e pode ser repetida para cada farol:



A verdade é que está ficando cada vez mais difícil sustentar a Terra redonda quando qualquer ser humano do mundo pode fazer os testes por si mesmo e chegar à mesma conclusão: não existe curvatura da terra! As curvaturas que existem são tão sutis quanto uma montanha ou um buraco em uma Terra plana, mas nada que chegue perto de formar a “bola” dos globalistas.

O interessante é que essa verdade é tão óbvia que qualquer indivíduo pode constatar por si mesmo, e muitos estão fazendo isso e chegando às mesmas conclusões, que descartam qualquer possibilidade da Terra redonda. Isso só não é mais conhecido porque a esmagadora maioria das pessoas tem tanta fé na Terra redonda que não está disposta a tirar a prova disso e descarta de antemão taxando como ridículo e absurdo

qualquer um que faça a prova e constate o contrário

Outra prova cabal contra a Terra redonda vem de cima: quem escala um monte alto como o Everest, voa de avião ou filma de um balão meteorológico não constata nenhuma curvatura da Terra, curvatura esta que seria absolutamente imprescindível de se constatar caso a Terra fosse mesmo redonda.



Há muito mais argumentos e evidências em favor da Terra plana, mas, para não tornar este artigo demasiadamente extenso, irei sugerir os links de onde mais informação pode ser extraída

Como vemos, as “provas” da Terra esférica são:

- a) Os satélites da NASA.
- b) Os barquinhos que desaparecem no horizonte.
- c) O eclipse.
- d) O fato dos outros planetas serem um globo.

Vamos analisar um por um, começando pelo argumento da NASA.

- A NASA é confiável?

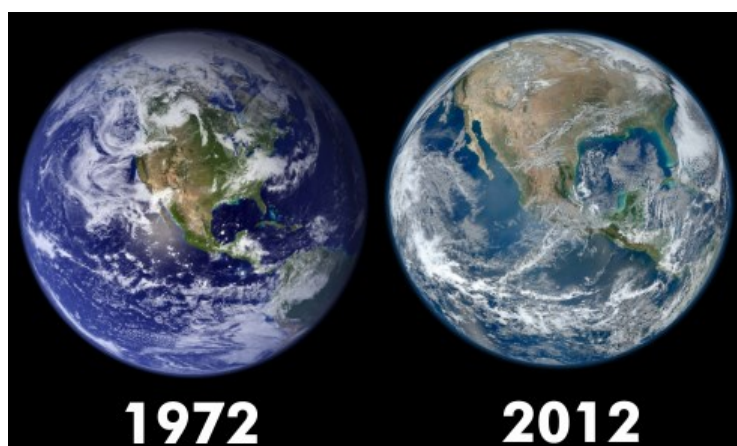
O principal argumento usado pelos globalistas é na verdade uma fé cega na NASA, como se esta fosse uma organização super honesta e ultra confiável que jamais poderia nos fazer de palhaços. Ou seja, a “evidência” se baseia inteiramente na suposição

de que a poderosa NASA está sendo totalmente honesta em mostrar as fotos e vídeos feitos por seus “satélites” e “atonautas”, que mostram uma Terra redonda em algum lugar muito distante no espaço. Para os terraplanistas, a NASA é justamente a principal organização que encabeça o plano de conspiração mundial da Terra redonda, e as evidências indicam isso claramente, visto que poucas instituições tem se mostrado tão fraudulentas quanto a NASA.

Vamos começar com uma análise breve da famosa ida à lua, que supostamente aconteceu em 20 de julho de 1969. Esta série de vídeos desmistifica a ida do homem à lua, especialmente o último vídeo da série, que não deixa nenhuma chance de suspeita no ar.

Como pode a Terra ter aumentado subitamente de tamanho nestes últimos 45 anos? Obviamente, não pode. A NASA falsifica tudo, e depois tenta consertar suas próprias falhas com novas tentativas que evidenciam a fraude anterior. Se a NASA é capaz de fazer toda essa encenação gigantesca para enganar os trouxas, não admira em nada que falseie também suas fotos de “satélites”.

Isso fica ainda mais evidente quando comparamos as fotos oficiais da NASA, umas com as outras. Quase todas são substancialmente diferentes entre si, de modo que ambas não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo. Compare, por exemplo, a foto da Terra tirada em 1972, com a que foi tirada em 2012:



O que deveria ser debatido não é *se* a NASA é uma fraude que vive a enganar as pessoas, mas sim *por que* a NASA é uma fraude que vive a enganar as pessoas. Que ela é uma fraude, isso já está fora de dúvida. A grande questão é: por que ela precisaria nos enganar? No caso da falsa ida à lua, alguns têm uma resposta simples: para levar vantagem sobre a União Soviética no contexto da Guerra Fria. Mas essa não parece ter sido a motivação maior, porque ela continua nos enganando até hoje com suas fotos *fake* da Terra, mesmo com a Guerra Fria já tendo acabado há décadas...

Então, ressurge a questão: por que a NASA nos engana? Por que ela precisa adulterar fotos da Terra com duplicatas ridículas e manipulações risíveis, quando seria muitíssimo mais fácil simplesmente tirar uma foto verdadeira de um de seus vários

supostos satélites verdadeiros, sem precisar perder nem um segundo com edições vagabundas feitas para enganar o público leigo com truques mentirosos? Se eles estão realmente filmando e fotografando uma Terra redonda verdadeira, por que precisam falsificar fotos e se contradizer o tempo todo?

A resposta é uma só, e é muito simples:

Porque eles sabem que precisam te enganar para fazer você pensar que a Terra é um globo.

E, mesmo assim, são essas mesmas fotos e esses mesmos vídeos fraudulentos de satélites misteriosos e absolutamente suspeitos que são hoje em dia utilizados como a prova número 1 de que a Terra é um globo!

O mais engraçado é que até os cientistas mais famosos e preferidos dos globalistas tem sugerido que a Terra não é um globo, e disso ninguém fala nada. O queridinho dos ateus e agnósticos, Neil deGrasse Tyson, disse, nada a mais e nada a menos, que a Terra tem o formato parecido com o da pêra(!), embora nenhum satélite da “NAZA” jamais tenha filmado ou fotografado uma “Terra-Pêra” na história . E há poucos anos atrás foi até bem noticiado que alguns geólogos chegaram à conclusão de que a Terra é na verdade um geóide, embora nenhum satélite jamais tenha filmado ou fotografado a Terra como sendo um geóide. Isso mostra que nem mesmo os cientistas “tradicionais”, “respeitáveis” e “não-conspiratórios” dão qualquer crédito para as fotinhas da NASA. Mas se um terraplanista diz a mesma coisa e rejeita as fotos e vídeos da NASA, aí não pode, é conspiração!

A terceira “prova” dos globalistas é o eclipse solar e lunar, porque, na cabeça deles, só na teoria da Terra redonda é que um eclipse poderia ocorrer.

Por muito tempo pensei que a ideologia naturalista, ateuista, niilista e relativista havia sido causada em função das “novas descobertas científicas” sobre o Universo e a criação (que, na verdade, não seria nem *criação!*). Hoje, percebo que eu estava enganado. Não foram as novas descobertas “científicas” que causaram essas ideologias malévolas, mas essas ideologias malévolas que causaram essas “descobertas”. A ideologia não foi causada; ela foi planejada e muito bem calculada para depois ser implementada pelos donos do poder.

Você ainda tem uma opção. Saia já da matrix!



Fonte: <http://terraeplana1.blogspot.com/2016/01/as-provas-da-terra-plana.html>

4. Avaliação

Os alunos serão avaliados, principalmente, pelas discussões desenvolvidas, trabalho em grupo e disponibilidade de argumentar de acordo com seus posicionamentos e, desta aula até a próxima, de acordo com sua participação efetiva, sempre que possível, via *google drive*, trabalhando as modificações no “mini-conto”.

Encontro 2 [10/05 (Mafra) e 11/05 (Rio Negrinho)] - Fechamento das discussões iniciais e finalização do texto.

1. Objetivos

- Encerrar, ao menos em termos desta disciplina, as discussões iniciadas relacionados à temática envolvendo “prova científica”;
- Finalizar as possíveis modificações feitas no “mini-conto”, de que forma estas modificações afetam os objetivos que, por meio deste buscou-se alcançar e, ainda, se (e como) este poderia ser utilizado na educação básica das escolas do campo para discutir “prova científica”, “valores atribuídos à práticas científicas”, etc.;
- Explicar para os alunos que estas discussões, e diversas outras que eles podem fazer, estão relacionadas à linhas de pesquisa que aproximam-se do que chamamos de “Natureza da Ciência”, “História e Filosofia da Ciência” e que estas discussões vêm marcando presença em algumas vertentes da pesquisa em educação científica e que os pesquisadores e professores podem trocar materiais e montar grupos para continuar as discussões iniciadas nesta disciplina, caso os alunos se interessem;
- Ler o novo texto e debater se (e como) ele poderia estar presente em atividades na educação básica das escolas do campo.

2. Procedimentos metodológicos

Primeiro momento (15 minutos)

Retomar os últimos pontos da aula anterior e entregar para cada grupo a versão mais atualizada (depois das discussões via *google drive*) do “mini-conto”.

Segundo momento (45 minutos)

Cada grupo utiliza este tempo para ler a nova versão do texto e ressaltar, caso hajam, outros pontos para discutir, porém desta vez visando finalizar, ainda que em certo nível (pois as discussões sempre podem ser ampliadas), o texto em um formato que pudesse ser utilizado na educação básica das escolas do campo.

Durante esta etapa ir em cada grupo discutir se, seja do que foi discutido em sala ou via *google drive*, ainda existem pontos para explorar, modificar ou novos pontos que surgiram entre as etapas das aulas.

Terceiro momento (50 minutos)

Realização do último debate acerca do texto e das possibilidades e limitações deste para suscitar discussões que envolvam, de uma forma geral, a temática “prova científica” na educação básica das escolas do campo.

Quarta momento (10 minutos)

Finalizar as discussões e agradecer todos os alunos pela participação, ressaltando as diversas contribuições e, principalmente, a importância destas para a pesquisa do mestrando.

3. Avaliação

Os alunos serão avaliados, principalmente, pelas discussões desenvolvidas, trabalho em grupo e disponibilidade de argumentar de acordo com seus posicionamentos e, de acordo com sua participação efetiva, sempre que possível, via *google drive*, finalizando em sala as modificações no “mini-conto”.
