



Revista de estudios y experiencias en educación

ISSN: 0717-6945

ISSN: 0718-5162

Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

Teresinha Massoni, Neusa; de Araújo Carvalho, Felipe
Caminhos para a inserção da Natureza da Ciência na Educação Básica: alguns resultados de pesquisa a partir de uma disciplina na Licenciatura de Física
Revista de estudios y experiencias en educación, vol. 21, núm. 45, 2022, pp. 183-208
Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

DOI: <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n45.2022.010>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243170668010>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais informações do artigo
- ▶ Site da revista em [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UAEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Caminhos para a inserção da Natureza da Ciência na Educação Básica: alguns resultados de pesquisa a partir de uma disciplina na Licenciatura de Física

Neusa Teresinha Massoni^a y Felipe de Araújo Carvalho^b

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre^a. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Jaguariaíva^b. Brasil.


Recibido: 22 de febrero 2021 - Revisado: 19 de mayo 2021 - Aceptado: 20 de julio 2021


RESUMO

Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa desenvolvida no âmbito de um mestrado acadêmico, a partir da observação e inserção do pesquisador nas aulas de uma disciplina de História da Física e Epistemologia (HFE), na licenciatura em Física de uma universidade pública do sul do Brasil. A disciplina discute a natureza da ciência (NdC) articulada com a história da Física/Ciência (HC). O objetivo deste trabalho foi investigar o papel de microepisódios de ensino, que são microaulas que agregam elementos da NdC, realizados no final da disciplina, visando instrumentalizar os licenciandos a levarem esse debate para a Educação Básica. A investigação se insere em uma linha cuja tese vertebradora é de que a NdC pode contribuir para a melhoria da aprendizagem da Física e para a promoção de uma educação científica reflexiva e cidadã. O referencial epistemológico e metodológico de Bruno Latour (2012) ofereceu suporte à construção de um “relato de risco” em que foram valorizadas as narrativas pessoais dos sujeitos de pesquisa buscando identificar os desafios que a integração da HFE ao ensino de Física vai colocando ao longo da formação inicial; cada elemento identificado foi tomado como “nó” de uma rede complexa – noção de ator-rede – que, ao ser rastreada, revela diferentes percepções e associações que fornecem indícios para uma melhor compreensão do porquê a NdC ainda não chega de forma explícita na educação científica.

Palavras-chave: Natureza da ciência; microepisódios de ensino; Bruno Latour; ensino-aprendizagem de Física; ator-rede.

^{*}Correspondencia: neusa.massoni@ufrgs.br (N. Massoni).

^a  <https://orcid.org/0000-0002-1145-111X> (neusa.massoni@ufrgs.br).

^b  <https://orcid.org/0000-0003-3897-089X> (felipe.araujo@ifpr.edu.br).

Paths for the insertion of the nature of science in basic education: some research results from a discipline in the Physics Degree

ABSTRACT

This article presents some results obtained from research developed during a Master's Degree that were based on observations and participation by the researcher in a History of Physics and Epistemology (HPE) offered in a physics teacher education program at a public university in the south of Brazil. The course is aimed at integrating discussions about the Nature of Science (NoS) with the History of Physics/Science (HoS). The purpose of the research was to investigate the potential of using teaching micro episodes, which are short lectures that aggregate elements of NoS. Those micro episodes were developed by the students and presented at the end of the course to provide them with some necessary tools to bring the discussion to high school classes. This investigation is founded on the justified belief that the NoS can contribute to the better learning of physics and to achieving scientific literacy for reflexive and citizenship education. Bruno Latour (2012) supports the production of "risky accounts" that value narratives from the research subjects and tries to identify the challenges faced in the integration of HPE into physics education along with this physics teacher education program. In this "risky account," researchers, research participants, and research tools are seen as "nodes" in a complex network - the actor-network concept. Mapping this network can reveal different perceptions and associations of elements, which provides clues to a better understanding of why explicit NoS discussions have not yet reached basic education classes.

Keywords: Nature of Science; teaching microepisodes; Bruno Latour; physics teaching-learning; actor-network.

Caminos para la inserción de la naturaleza de la ciencia en la Educación Básica: algunos resultados de investigación partiendo de una disciplina en la Licenciatura en Física

RESUMEN

Este artículo presenta resultados de una investigación desarrollada en el ámbito de una maestría académica, a partir de la observación e inserción del investigador en las clases de una disciplina de Historia de la Física y Epistemología (HFE), en la licenciatura en Física de una universidad pública brasileña. La disciplina discute la naturaleza de la ciencia (NdC) articulada con la Historia de la Física / Ciencia (HC). Con el objetivo de indagar en el papel de los micro-episodios, que son micro-clases que agregan elementos del NdC, que se realizan al final del curso, con el objetivo de instruir a los estudiantes de pregrado para llevar este debate a la Educación Básica. La investigación forma parte de una línea cuya tesis vertebradora es que el

NdC puede contribuir a la mejora del aprendizaje de la Física y a la promoción de una educación científica reflexiva y ciudadana. El marco epistemológico y metodológico de Bruno Latour (2012) apoyó la construcción de un “informe de riesgos” en el que se valoraban las narrativas personales de los sujetos de investigación, buscando identificar los desafíos que plantea la integración de la HFE con la enseñanza de la Física durante la formación inicial. ; cada elemento identificado fue tomado como un “nodo” de una red compleja - noción de actor-red - que, cuando se rastrea, revela diferentes percepciones y asociaciones que brindan pistas para una mejor comprensión de por qué NdC aún no llega explícitamente a la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia; micro-episodios; Bruno Latour; enseñanza-aprendizaje de la Física; actor-red.

1. Introdução e Revisão da Literatura

A literatura da área de pesquisa em Ensino de Física/de Ciências tem reafirmado nas últimas décadas a importância da natureza da ciência (NdC) e da História da Ciência (HC) na educação científica para transformar as visões, em geral bastante ingênuas, sobre o processo de construção da ciência, e para a compreensão dos conceitos científicos, bem como de uma reflexão crítica sobre a ciência.

Nesta investigação desenvolvemos uma revisão de literatura sobre usos e o papel da NdC e HC no ensino de Física; foram garimpados inicialmente 674 artigos através de palavras-chaves como: “Natureza da Ciência”; “Nature of Science”; “História da Ciência”; “History of Science”; “NdC”; “NoS” e “HC”, em 16 periódicos, sendo seis nacionais e dez internacionais (Carvalho, 2017); um dos critérios de escolha dos periódicos foi pesquisar os mesmos já utilizados na revisão de literatura feita na tese de Massoni (2010), com o intuito de atualizá-la para o período 2010-2014, ano em que foi iniciada esta pesquisa. Salienta-se que para a escrita deste artigo foram acrescentados alguns trabalhos mais recentes. O procedimento foi ler todos os resumos; após, os artigos foram classificados em 17 categorias; um outro filtro foi usado para selecionar categorias/artigos que abordassem epistemologia e história ‘da Física’ (descartando artigos de outras disciplinas da área de Ciências da Natureza) e que tratassem do “Ensino Médio”, “high School”, resultando em oito categorias e um total de 69 artigos. Alguns artigos examinados eram de revisão de literatura, como Lederman (2007), que defende o uso da NdC com base em cinco argumentos (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996) – utilitarista, democrático, cultural, moral e facilitador para o aprendizado de ciências. O autor posiciona-se pelo uso da postura consensualista para ser abordada na educação básica, justificando que há entre os cientistas a predominância de consensos, e que dissensos são pouco relevantes para esses estudantes; identifica que muitos estudos tratam do mapeamento de concepções sobre a NdC de estudantes e de professores, e apontam que muitos professores não possuem concepções adequadas sobre a NdC e esta é uma das principais causas da persistência de também concepções inadequadas nos seus estudantes.

Essa mesma postura é assumida por Gil-Pérez, Montoro, Alís e Praia (2001), que investigaram um conjunto de visões que têm sido de forma recorrente mencionadas na literatura (ciência é ateorica, absoluta, infalível, dogmática, individualista e ahistórica etc.), sendo que o artigo serviu de referência para muitos trabalhos posteriores, na defesa do uso de consensos nas salas de aula. A visão consensualista tem sofrido críticas na última década (Bagdonas, Zanetic & Gurgel, 2014; Martins, 2015). García-Carmona, Alonso e Mas (2011) revisaram trabalhos que investigam a compreensão dos professores sobre a NdC, bem como fatores e

estratégias que favorecem tal compreensão; identificaram que professores de diversos níveis educativos apresentam concepções inadequadas sobre a NdC (e.g., entendem a tecnologia como uma consequência da ciência; não assumem o caráter tentativo e provisório do conhecimento científico, etc.); propõem que só é possível mudar esse cenário através de uma formação de professores que aborde a NdC de forma reflexiva.

Guerra-Ramos (2012) revisou trabalhos sobre as concepções de professores e apontou que a maioria não aborda a prática pedagógica [dos professores] e que vários estudos mostram fraquezas metodológico-conceituais; questiona a validade do uso de questionários para identificar concepções e argumenta que é necessário alcançar descrições mais detalhadas sobre a NdC que os professores usam em suas práticas, especialmente por meio de pesquisas qualitativas. Yeh, Jen e Hsu (2012) realizaram uma análise de *clusters*¹ com 171 resumos de artigos publicados na *Web of Science* (1986 a 2010) e identificaram nove vertentes agrupadas em cinco temas de pesquisa: NOS (*Nature of Science*), construção do conhecimento, habilidade de investigação, investigação voltada à explicação e desenvolvimento profissional. Notaram uma alta frequência dos termos "understand" e "concept", indicando uma tendência dos pesquisadores de considerar o desenvolvimento conceitual dos estudantes de/sobre ciência; o conhecimento "sobre" ciência aparece como fator relevante em pesquisas que envolvem investigação voltada à explicação. Abd-El-Khalick (2013) defende que ensinar "sobre" e "com" a NdC oferece duplo benefício: ao mesmo tempo que os estudantes desenvolvem compreensões acerca a NdC (ensino *sobre* a NdC), possibilita o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem investigativos, que se aproximam da prática científica (ensino *com* a NdC). Bassoli (2014) reforça que o uso de atividades investigativas pode aproximar a sala de aula do contexto de produção do conhecimento científico e ajuda a superar inúmeros entraves que dificultam a melhoria da qualidade da educação no Brasil. Berland et al. (2016) defendem que engajar os estudantes em "práticas científicas" que envolvam a construção do conhecimento – em estudos que os autores denominam "Epistemologias em Práticas" (atividades de manejo de variáveis e construção de produtos, etc.) – auxilia na compreensão dos conceitos e do processo da ciência.

Alguns trabalhos, Hanuscin, Lee e Akerson (2011) e Massoni (2010), ambos acompanharam três professores atuantes durante longo período, coletando dados qualitativos sobre a prática didática, concluíram que apesar dos professores terem conhecimentos sobre a NdC não tiveram sucesso em desenvolver ciclos que lhes permitissem aprimorar suas aulas; Autor 1 (2010) afirma que mesmo os dois professores investigados que tinham visões mais contemporâneas sobre a NdC, e por isso eram mais abertos à diversificação didática, pareciam não se sentir instrumentalizados, ou adequadamente preparados, para discutir a NdC de forma explícita com seus estudantes. Na mesma linha, Faria et al. (2014), em investigação com três professores e 47 estudantes portugueses do 9º e 11º anos (em entrevistas, rodas de discussões e análise de histórias escritas) obtiveram que os estudantes compreendem o conhecimento científico como absoluto, não contextualizado e ahistórico, fundamentado na tentativa e erro, e que os professores demonstravam despreparo para conduzir discussões sobre a NdC. Spiliotopoulou-Papantoniou e Agelopoulos (2009) obtiveram resultados semelhantes ao trabalhar com professores em formação (*preservice teachers*).

1. A análise de *clusters* é um método estatístico de agrupamento por semelhança. A partir de critérios predefinidos os elementos são aglutinados a partir de suas similaridades – formando *clusters* – que são diferenciados de outros *clusters* por suas dissimilaridades ou distanciamentos. Esta forma de análise é muito utilizada para classificação de elementos (taxonomia), simplificação e organização de dados e identificação de possíveis relações entre elementos.

Uma linha que reúne muitos trabalhos recentes (Arthur & Terrazzan, 2018; Raicik & Peduzzi, 2015; Reis & Reis, 2016; Silva & Moraes, 2015) defende o uso da história de evolução dos conceitos e de diferentes teorias para abordar tópicos específicos da Física, como forma de facilitar a percepção de que a ciência está em constante transformação. O uso da argumentação para discutir questões sociocientíficas (Guimarães & Massoni, 2020; Sasseron & Machado, 2017; Stumpf & Oliveira, 2016) tem sido uma tendência mais atual presente na literatura. Um aspecto importante é apontado em Massoni e Moreira (2012, 2014), pois transcende os elementos cognitivos e o uso da NdC, revela a importância de considerar o contexto institucional e social no qual os professores/futuros professores atuarão, em que a realidade de precariedade e desigualdade social se revela um obstáculo ainda mais difícil de ser transposto para uma educação científica de qualidade. Mortimer e Araújo (2014) relatam o dilema sofrido por uma professora, que vivia um conflito entre fazer uso do ensino baseado na investigação, por ela desejado, e as demandas escolares de preparar estudantes para o vestibular e exames de larga escala. Este é um aspecto preocupante, que permanece em aberto e reaparece em nossa investigação.

Por fim, um outro resultado foi perceber, de um lado, um consenso por parte dos pesquisadores da área em relação à importância de abordar aspectos da NdC na educação básica; de outro, uma divergência que surge com relação a quais seriam as melhores estratégias didáticas a serem adotadas (e.g., discussão da NdC associada a atividades de “práticas científicas”, contextualização histórica e uso da HC, ensino por investigação, argumentação), há também trabalhos que defendem a exploração de controvérsias científicas e a pluralidade metodológica na construção do conhecimento científico.

2. Referencial Epistemológico e Metodológico

As ideias de Bruno Latour (Latour, 1994, 2012; Latour & Woolgar, 1997) serviram de aporte epistemológico e metodológico para conduzir a pesquisa. Assumimos que a ciência e a sociedade não se desenvolvem separadamente, assim como não se pode dizer que uma subordina a outra ao seu próprio desenvolvimento.

Essa ideia aparece na reconceitualização do conceito de *simetria* na estrutura ontológica e epistemológica proposta por Latour (1994). A tradição de assumir as ciências naturais como parâmetro epistemológico, e consequentemente arbitrando sobre o *status* do que é conhecimento legitimamente estabelecido é antiga, surgiu com a Constituição da Modernidade², que passou a criar dois polos ontológicos distintos, a natureza e a sociedade. Assim, todo e qualquer fato ou fenômeno se enquadraria em um ou outro destes polos. Latour explora o exemplo da máquina de vácuo desenvolvida por Boyle e seu debate com Thomas Hobbes para mostrar como o polo “natureza” era colocado (nos estudos de Boyle) como fonte de verdade e como o Estado, garantidor da coesão social e da paz (como defendido por Hobbes), teria sua autoridade ameaçada. A discussão científica estava, para Latour, relacionada com discussões de ordem social, mas a dificuldade de separar quais elementos do desenvolvimento da máquina de vácuo se enquadravam no polo natureza e quais se enquadrariam no polo sociedade é que demandaria uma análise assimétrica, que ele chama de “purificação”: elementos científicos (objetivos e racionais) determinados pelo polo “natureza” teriam de ser isolados do que

2. Constituição da Modernidade (ou do Moderno): para Latour, em *Jamais Fomos Modernos* (título de um de seus livros mais conhecidos) e durante séculos nos iludimos de termos conseguido romper com nosso passado, algo que só foi possível enquanto fomos capazes de ignorar a proliferação de seres “híbridos” (ou “quase-objetos”, que serão explicados neste texto), mas à medida que estes proliferaram, a modernidade entrou em crise, dando origem a movimentos filosóficos que, contudo, não foram capazes de abortar os dois polos ontológicos – quais sejam, a natureza [a realidade] e a sociedade.

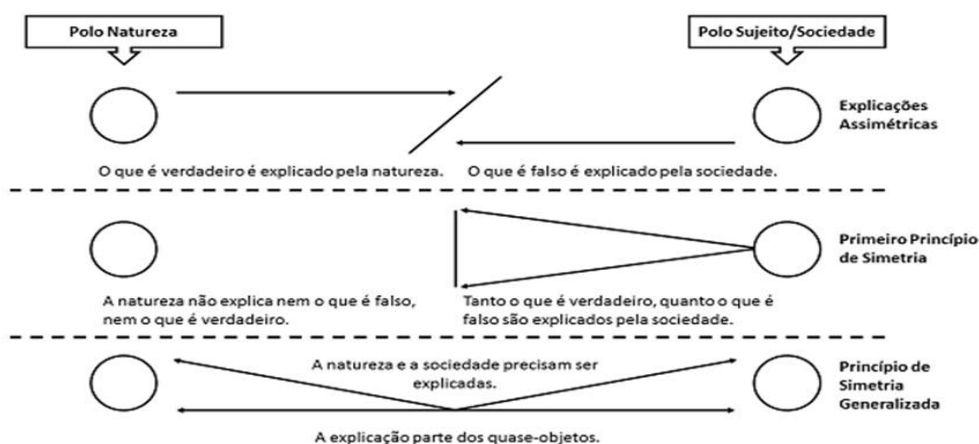
é “proscrito” (p. 93), sendo os elementos sociais [ou polo sociedade] relegados à irrelevância. Latour (2012) discorda da Constituição da Modernidade (Latour, 1994), de um lado, e da proposta de David Bloor (Bloor, 2009) do “primeiro princípio da simetria”³, de outro, e toma o princípio da simetria de forma generalizada e complexa, refutando os dois polos ontológicos [natureza e a sociedade] como fontes de análise do curso das ações. Propõe que todos os agentes, humanos e não-humanos (sujeitos e seres “híbridos”, ou seja, o que ele chama de “quase-objetos”, por exemplo, caneta, bloco de notas, computador, telescópio e acelerador de partículas), todos compõem uma rede; todos agem na rede, e não apenas os indivíduos; e ao agirem tensionam a rede levando qualquer *ator-rede* a agir também.

Essa noção fica mais bem entendida ao observarmos a Figura 1 oferecida pelo próprio autor.

Latour (2012) defende que uma vez que consideremos que a agência parte unicamente dos humanos e não-humanos, do *ator-rede*, isto impede que releguemos essa agência aos antigos polos (natureza e sociedade), então o problema mostra-se superado. Com base nas ideias apresentadas até aqui, devemos buscar compreender os fenômenos através de associações rastreáveis e apenas deles. Para Latour, o trabalho investigativo (inclusive em pesquisa educacional) seria o de estudar a rastrear a rede (que engloba sujeitos e não-humanos) para compreender tanto a natureza quanto a sociedade.

Figura 1

Esquema extraído de Latour (1994, p. 94) – destacando que “quase-objetos” são tudo aquilo que possui existência material, todos podem ter agência (podem agir na rede).



3. O “primeiro princípio de simetria”, segundo interpretação de Latour a partir da proposta de Bloor (2009), relega ao polo “sociedade” o juízo sobre a verdade e o que é falso, negando o protagonismo do polo “natureza”. Latour critica, e discorda da assunção dos polos (natureza e sociedade) como dotados de ontologia própria e como sendo basilares para a apropriação da realidade, pois entende que ao fazê-lo acabamos dotando-as (natureza e sociedade) de imutabilidade, por definição.

Destacamos que assumimos essas ideias também como um norte metodológico em nossa pesquisa, e seguimos uma estrutura similar àquela seguida por Latour (2012), em que especifica cinco fontes de incerteza que devem nortear uma pesquisa fundamentada na ANT (*“Actor-Network Theory”* ou *“Teoria Ator-Rede”*). A primeira fonte de incerteza refere-se ao fato de que agrupamentos sociais – geralmente aquilo que se quer estudar em pesquisas educacionais – nunca podem ser definidos aprioristicamente (grupos não são estruturas estáveis no tempo, o que existe é uma eterna transformação de elementos heterogêneos; definir *a priori* significa limitar a pesquisa, e o que se deve investigar são as associações entre os elementos do grupo). Caberia, então, uma correção, pois chamamos nosso grupo, no início da pesquisa, de “futuros professores”, mas ao adotar a proposta epistemológico-metodológica de Latour, não nos cabe, como pesquisadores, definir dessa forma o grupo porque não podemos afirmar *a priori* que esses sujeitos efetivamente pretendem ser professores. Além disso, assumimos que o uso da NdC é fundamental para uma boa aula de Física, mas entendemos agora que se deve dar voz aos sujeitos para que descrevam a si mesmos, suas compreensões sobre o que definem como uma boa aula de Física e o papel da NdC, dadas as associações desses sujeitos na rede.

Em outras palavras, a partir de Latour, um aspecto importante para nossa investigação é a postura legitimadora das metafísicas individuais dos agentes (licenciandos em final de curso), de maneira que não tivemos a pretensão de buscar nas falas daqueles que investigamos outras explicações estranhas àquelas oferecidas pelos próprios, valoramos as interações entre o pesquisador e seus sujeitos de estudo, valoramos a multiplicidade da realidade em detrimento de uma realidade única e estável, e, por fim, valoramos a produção de um “relato de risco”, conforme Latour, que permite um “revelar-se a si próprios” ao longo do processo, com menor ênfase às disposições teóricas.

É importante mencionar que ao legitimar tais falas, não estamos nos posicionando a favor desses discursos. Também não nos posicionamos de forma contrária. Estamos, isto sim, reconhecendo que para conseguirmos investigar de forma rigorosa como ocorrem os movimentos e associações que levam à ação, devemos seguir as trilhas deixadas pelos próprios indivíduos, da forma mais isenta possível.

A segunda fonte de incertezas que levamos em conta afirma que a “ação é assumida”, isto é, o sujeito (investigado) assume-se um nó em uma complexa e extensa rede com uma infinidade de ligações. Um deslocamento realizado em um ponto específico gera uma complexa sequência de tensões que acabam por gerar deslocamentos em toda a rede. Os indivíduos não são atores em si, só a rede o é. Quando alguém faz algo, não o faz só por intenção individual, mas reflete as ações que lhe são induzidas pela rede.

Norteados por essas ideias, desenvolvemos a análise qualitativa aqui apresentada; a partir da descrição de si e de suas associações em diferentes contextos e fatores (dentro e fora da universidade), um grupo de licenciandos acompanhado [pelo pesquisador, segundo autor] em uma disciplina intitulada “História da Física e Epistemologia (HFE)”, em que microaulas – aqui chamadas de microepisódios de ensino – foram gravadas em áudio, assim como as entrevistas semiestruturadas foram feitas ao final da disciplina, procuramos compreender em que medida incluíam elementos NdC e HC, ou se encontravam dificuldades, e quais, para abordá-los; em nenhum momento houve exposição dos participantes, suas identidades permaneceram em sigilo, foram chamados por nomes fictícios, e todos assinaram termos de consentimento livre e esclarecido para participar das pesquisas. Como a metafísica individual é a base do rastreamento da rede, o a análise codificou e selecionou extratos de falas que, muitas vezes, com diferentes palavras expressavam fatores e ações similares, ou o emprego das mesmas palavras e/ou expressões revelassem significados distintos em função dos diferentes contextos. Em suma, objetivamos levantar padrões e rastrear possíveis “nós” de uma

rede de ações que apontasse caminhos para compreender os usos (ou não) da NdC e HC na ação didática.

3. O Contexto da Pesquisa e Aspectos Metodológicos

É importante pontuar que a pesquisa foi norteada por três objetivos: 1) *investigar a opinião dos licenciandos sobre o uso da NdC na sala de aula e sobre as potencialidades dos microepisódios de ensino desenvolvidos na disciplina HFE*; 2) *acompanhar a evolução das concepções epistemológicas manifestadas pelos sujeitos no período da pesquisa*. 3) *investigar fatores que possam/pudessem estar atuando como obstáculos à inserção da NdC em discussões de sala de aula*. Para tal, foram realizadas observações participantes na disciplina de HFE, que é obrigatória na Licenciatura em Física da UFRGS, nos semestres 2014/1 e 2014/2; produção de diário de campo, gravação em áudio das apresentações dos microepisódios de ensino (adiante serão explicados) e, posteriormente, quase um ano depois da conclusão da disciplina, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com quatro desses licenciandos, para tentar identificar elementos, associações, fatores que eventualmente representassem dificuldades e desafios ou que facilitassem a abordagem da NdC e da HC nas práticas didáticas.

A escrita da dissertação seguiu um estilo narrativo, sem a pretensão de realizar encadeamentos entre os dados e instrumentos teóricos definidos *a priori*, como já abordado, buscando valorizar a interação pesquisador-sujeitos investigados, sendo que a posição do pesquisador também foi assumida, isto é, houve um comprometimento do pesquisador em ser rígido e criterioso em sua análise, evitando conclusões superficiais, contudo os compromissos teóricos, políticos e ideológicos não foram negados, permitindo ao leitor rastrear os fundamentos de suas conclusões. O texto aqui apresentado foi produzido com base nessa narrativa, com auxílio da ferramenta Atlas.ti7, e envolveu leitura e releitura da dissertação, enquanto “relato de risco” na acepção de Latour. A partir desse processo foram construídos “códigos”, que, depois, foram mesclados em recursos que a própria ferramenta oferece, fazendo surgir categorias com o objetivo de rastrear os nós da rede.

4. Análise e resultados

Inicialmente, apresentamos no Quadro 1 algumas características dos quatro sujeitos investigados em profundidade, que foram escolhidos dentre os estudantes da disciplina nos respectivos semestres (em 2014/1 tivemos sete alunos; em 2014/2, tivemos três matriculados); um dos critérios de escolha foi o de apresentarem em suas interações, em nossa interpretação, uma diversidade de elementos e discussões relevantes ao nosso estudo. Os títulos dos microepisódios, a duração e algumas peculiaridades da apresentação também são apresentados no Quadro 1. Microepisódio é/era uma atividade de caráter avaliativo em que os estudantes são/eram desafiados a preparar uma microaula de Física sobre um tópico de sua escolha, mas observando a exigência de integrar alguns elementos da NdC ou da HC, ou ambos, de forma explícita. Para isso, poderiam consultar a literatura, inspirando-se em estratégias e sugestões que lhes parecessem profícuas.

Quadro 1

Alguns dados dos sujeitos pesquisados; do semestre observado; dos microepisódios de ensino apresentados ao final da disciplina de HFE.

Nome fictício / Sem.	Características (docentes observadas)	Tema do Microepisódio / Duração	Aspectos marcantes: apresentação do microepisódio
André 2014/1	Demonstrava ser capaz de expor suas ideias com muita clareza e de forma entusiástica. Fala intensa, com uso de constantes flutuações de volume de voz e gesticulações, prendia a atenção da audiência. Era professor em curso preparatório para ingresso no Ensino Superior. Transparecia segurança e certa arrogância, que na entrevista (ao falar de suas convicções sobre a vida docente, acadêmica e pessoal) revelou encobrir angústias e certa dose de inconformismo com coisas que ele identifica como “erradas”.	Reações de Fusão e Fissão Nuclear Aproveitou tema de seu trabalho monográfico sobre “A Física da Guerra” Duração:45 min	Aula com viés conteudista, preocupado com a compreensão de conceitos físicos, porém focava na resolução de problemas de vestibular e ENEM; via o professor como figura de autoridade.
Ivan 2014/1	Era um dos estudantes da disciplina que se mostrava mais interessado durante as explicações em aula, sempre atuante e crítico, e também durante as apresentações de atividades ao longo do semestre; realizava as leituras propostas previamente, muitas vezes complementando com outras fontes; ocasionalmente demonstrava desconforto com alguns aspectos abordados pelos epistemólogos estudados. Era professor em escola privada, no Ensino Fundamental.	História do conhecimento científico. Centrou em uma concepção eurocêntrica; acentuando o caráter construtivo da ciência. Duração:40 min	Aula sempre acompanhando o status do conhecimento humano herdado; foi cuidadoso em frisar que não há julgamento de valor entre as disciplinas; que a Física é uma forma de tentar compreender o mundo.
Paulo 2014/1	Acompanhava as aulas de forma atenta, mas quieto. Era reservado, e poucas vezes tecia considerações sobre os temas abordados, se resumindo em realizar as atividades propostas. Trabalhava, à época da entrevista, como estagiário em duas escolas privadas, atuando como professor de reforço e professor auxiliar (em aulas regulares).	Duas primeiras Leis de Newton Abordagem tradicional Duração:40 min	Aula com teor conteudista; tratou de definições e considerações vetoriais, uso do projetor; e uso do quadro para resolver exercícios.

Davi 2014/2	Era homem de meia-idade, atuante e estável em outro ramo profissional; fazia curso noturno por questões de tempo em função do trabalho; mostrou ser, dentre os sujeitos observados, o de maior resistência inicial às discussões sobre a NdC, mais apegado a concepções fundamentalmente empiristas; era ativo e fazia as atividades propostas.	Lei de Snell-Descartes Abordagem diversificada didaticamente Duração:80 min	Aula longa; fez uso de demonstrações, experimentos, simulação computacional e contextualização histórica e através de aplicações.
----------------	---	---	---

A construção de “códigos” através do Atlas.ti7 e a possibilidade de mesclagem destes fez emergir algumas categorias que são aqui apresentadas em dois grupos: “*aspectos que se mostram favoráveis o uso de NdC e HC*” e “*aspectos que se apresentam como obstáculos à discussão da NdC e HC*”.

4.1 Aspectos que se mostram favoráveis ao uso de NdC e HC

Potencialidades dos Microepisódios de Ensino

Microepisódios eram microaulas planejadas e apresentadas ao final da disciplina, depois do estudo de um conjunto de diferentes visões epistemológicas sempre exemplificadas através de episódios históricos, e tinham por objetivo exercitar maneiras de incluir elementos da NdC e HC em aulas de Física. Apresentamos nesta subseção algumas discussões e falas que são excertos das transcrições das gravações e que depõem favoravelmente aos microepisódios, reafirmando sua potencialidade.

Ivan [falando sobre Microepisódio André, 45:37]: *É assim que tem que ser.*
 Ivan [Microepisódio Ivan, 00:00:45 a 00:01:45]: *O importante no [?] ensinar a Física não é a própria Física, supostamente é aprendida pelo aluno, mas o domínio das ferramentas e signos usados por esta, principalmente a compreensão do raciocínio empregado. Como diz lá no... no... né? No PCN ... Então, assim, eu desejo ter explicitamente um episódio de análise e... Epistemológica a fim de desenvolver, primeiramente a noção de relevância da interação entre Ciência e Sociedade, extrapolando o criticismo do... No cotidiano, certo?*

Nessas falas Ivan defende o emprego dos microepisódios. Na segunda parte de sua fala ao dizer “*desejo ter explicitamente um episódio de análise*” demonstra animação ao introduzir seu microepisódio, que consistiu de uma revisão histórica da gênese da filosofia, dos gregos antigos aos estudos de Galileu e Newton, indo além da Física e buscando uma “*compreensão do raciocínio empregado*” por Lavoisier, no nascimento da Química, e de Darwin, como uma teoria que gerou uma revolução científica na Biologia. Contudo, na entrevista Ivan manifestou que os microepisódios de seus colegas não foram muito empolgantes (afora o de André, em que ele comentara “*É assim que tem que ser*”) e que pouco acrescentaram à sua já bem estabelecida convicção sobre a importância da discussão da NdC na educação científica.

Davi, de outro lado, faz uma fala objetiva em defesa dos microepisódios. Quase um ano após ter apresentado o seu, ele ainda lembra de forma muito positiva e expressa que essa atividade foi “*o mais legal dessa disciplina*”, argumentado que a dinâmica gera uma rica discussão.

Davi (Entrevista Davi 00:13:53 a 00:14:54): *Depois, é ... mostrei um trabalhinho dentro dessa mesma[?] ... E tentei comparar o método empirista-indutivista com o racionalismo depois, com o ... Comparando a Lei de Snell e depois com o... É Huygens, né?*

Pesquisador: *Sim, o modelo ondulatório...*

Davi: *Aí ele deduziu a Lei de Snell por outro caminho. Totalmente racional.*

Pesquisador: *Sim.*

Davi: *Foi o mais legal dessa disciplina, aí.*

(...)

Pesquisador: *A... A gente citou vários autores e tal. Foi tranquilo, assim, passar por...*

Davi [sobre estudar diferentes visões epistemológicas]: *Foi meio duro tentar entender o que alguns diziam, porque parecia que era a mesma coisa (...), com algumas coisinhas diferentes. Assim, então, não vi muito mérito estudar tal... Alguns dos... dos pensadores que ela passou. E outros que eram mais pro lado do psicológico, que nem o Maturana (grifo nosso).*

Davi posiciona-se favorável ao uso dos microepisódios na disciplina de HFC, mas se percebe que, de seu ponto de vista, entender diferentes visões epistemológicas sobre o processo da ciência é árduo. Em outra pesquisa do grupo (Boaro, 2017) levanta que estagiários em final de curso de Licenciatura em Física sentem-se mais à vontade para discutir HC e acham mais difícil abordar a NdC em sala de aula.

Feedbacks aos Microepisódios: disciplina de História da Física e Epistemologia

Após as apresentações [dos microepisódios] abriam-se espaços para comentários e críticas, dos colegas e docente, com o objetivo de ressaltar a importância de abordar aspectos histórico-epistemológicos de modo explícito, para que os seus futuros estudantes possam adquirir uma compreensão mais adequada da ciência e seu processo; eram também momentos de trocas de impressões, e de parabenizar os licenciandos pelas virtudes e abordagens criativas, ou de apontar falhas para evitar recair em concepções ingênuas em relação à NdC, privilegiando o uso da NdC e da HC de maneira explícita, explicando modelos e idealizações e seu papel, entre outros aspectos. Nesse sentido, são aqui apresentados alguns extratos desses diálogos, que ocorreram em diferentes momentos.

Pesquisador [comentários sobre o Microepisódio de André]: *... sobre a forma explícita na qual André abordou aspectos colaborativos do desenvolvimento científico. É importante citar o cuidado [que ele teve] em utilizar o termo “domínio” ao fazer referência à fissão nuclear, evitando o termo “descoberta”, muitas vezes utilizado de forma acrítica, como se efetivamente ocorresse um processo de “des”cobrir ou desvelar algo que já estava lá, mas até então não tinha sido visto...*

E segue, mais adiante:

Pesquisador [sobre o Microepisódio de André]: *Também há uma correção histórica a ser realizada, quando [André] cita que apenas “americanos”, provavelmente se referindo a estadunidenses, fizeram parte do Projeto Manhattan, ignorando a forte presença de cientistas refugiados europeus no projeto.*

Carlos [colega, sobre Microepisódio Ivan]: *... aula foi muito boa, mas [Ivan] deveria ter explicado o conceito de “Paradigma”.*

Docente [sobre Microepisódio Ivan]: *... também o conceito de “Revolução Científica”... deveria ser explicado, já que foram termos importantes em sua apresentação, evidentemente embasados nas ideias de Thomas Kuhn.*

Pesquisador [sobre Microepisódio Ivan]: *...tenho receios em relação à estrutura piramidal criada ... apesar de [Ivan] afirmar que a Física não é mais importante do que as demais disciplinas (...) essa construção poderia passar uma noção de subordinação teórica ou mesmo epistemológica, de forma que é importante ser muito cuidadoso e explícito ao abordar o tema.*

Ivan [gravação Microepisódio Ivan, 33:15 a 34:18]: *Não estou dizendo, por favor, não entendam isso, que a Física é mais importante. A Física é um olhar que nós temos sobre as coisas que se mexem. [Adiciona uma barra abaixo da palavra Física] A gente pode, também, botar aqui há! Ah ... A Filosofia, que vem bem antes da Física e é um grande arcabouço que a gente tem...*

É de destacar que na entrevista Ivan destaca que sustentou uma resistência inicial à disciplina, que se estendeu durante a primeira metade do semestre. Justificou que à medida que novas visões epistemológicas eram apresentadas, crescia sua *percepção de ver ruir suas convicções sobre a atividade científica* (Carvalho, 2017, pp. 142-143). Contudo, se disse conquistado por ela, e quando da entrevista, cerca de um ano depois, ainda demonstrava fortes sinais da influência dessa disciplina sobre sua visão de ciência, sobre sua atividade docente e até mesmo a respeito de suas perspectivas profissionais.

Ainda sobre os microepisódios, a docente gerou um diálogo durante a apresentação do Microepisódio de Paulo (quando ele falava da forças, 2ª Lei de Newton).

Docente: *Nesse caso é uma bicicleta.*

Paulo: *Isso.*

Docente: *É... isso significa que eu estou fazendo força com as minhas pernas, com meus músculos [?] é isso?*

Paulo: *Aham! Seria isso. É claro que no caso na bicicleta teria a marcha [?] uma bicicleta que não tenha marcha, que faça sempre aquela força ali. Uma situação idealizada pra [?] trabalhar esse negócio.*

Nos comentários (após a apresentação de Paulo) a docente discorreu longamente sobre esse questionamento apontando que Paulo perdera a oportunidade de promover uma discussão epistemologicamente fundamentada sobre o uso de modelos no ensino de Física, e sobre o papel das idealizações na própria construção do conhecimento científico. Sugeriu uma atitude mais incisiva, visando tornar explícitas aos estudantes essas idealizações (por exemplo explicando que vários parâmetros são desprezados quando são propostos e resolvidos exercícios de lápis e papel).

Docente [dirigindo-se a Paulo]: *A minha pergunta instigadora era de ... de te levar a responder que possivelmente [?] era uma força muito maior que 100 Newtons [valor usado no exemplo].*

Pesquisador: *A professora deu a deixa, mas ele não aproveitou para falar de idealizações [risos].*

Paulo: *[?] eu falei da força [?] então poderia dizer que ele faz um tanto, mas tem um monte de outras coisas que vai [?]*

Essa discussão abriu um outro debate, mas agora sobre responder de forma honesta a questionamentos e dúvidas dos estudantes.

Docente: *O improviso sempre vai existir, mas a gente sempre pode ... Recorrer ao recurso de dizer: "Não sei responder neste momento, mas vou responder na próxima aula".*

Pesquisador: *É melhor...*

Sophia: *[?] Eu acho muito feio quando o professor enrola, enrola, enrola e não diz nada com nada. Eu acho melhor dizer: "Olha, eu não sei"...*

André: *Mas dependendo da situação é preciso.*

Docente: *Mas [André] ninguém sabe tudo!*

André: *Depende do ambiente onde tu se encontra. [?]*

Na próxima seção retomaremos esta fala de André para expor como outros elementos se associam e acabam constituindo-se em obstáculos para que se adote uma postura epistemologicamente adequada em situações semelhantes. Sobre o Microepisódio de Davi, a docente ressaltou um outro aspecto: a importância de entender a discussão epistemológica como não estando restrita à realização de experimentos.

Pesquisador [sobre o Microepisódio Davi]: *Apesar de abordar bem a questão no que se refere às formas de representar a luz, poderia ter dado maior ênfase na discussão das representações em si [referindo-se a uma fala de Davi sobre a dificuldade de representar uma onda].*
 Docente [sobre o Microepisódio Davi, 01:31:21]: *elas [os aspectos epistemológicos na apresentação] sempre estiveram nas entrelinhas. Mas esse que é o problema. Viu, [Davi]? É... É estar nas entrelinhas. Porque isso é que a minha ida para sala de aula durante um ano [na Tese] mostrou que não é eficaz. Entende?*

Como cada licenciando em seu microepisódio tinha a liberdade de abordar tópicos distintos da física a ser compartilhada na Educação Básica, e como podiam escolher distintas estratégias didáticas, inclusive articulando métodos ativos com estratégias mais tradicionais, os momentos de feedback eram trocas valiosas em que o grupo (licenciados e docente) aprendiam em conjunto. Com respeito à disciplina HFE, Davi fala na entrevista sobre a importância na transformação de sua concepção de ciência.

Davi [Entrevista Davi 00:12:56 a 00:13:54]: *Lembro que na primeira aula eu levei um choque, porque quebrou aquela ideia que eu tinha de Ciência. [?] tá chegando já no final do curso e ter essa ideia de Ciência, ainda... que Ciência é só observar a natureza e descrever e fazer modelo. E... (...) E foi a primeira aula que a [professora] deu a [?] da Física e: “O que vocês acham da Física?” Ai eu disse: “Ah! É um modelo pra descrever a natureza” E a partir dali ela começou a mostrar. Acho que foi isso. Hã... É mais [?]. Bem, acho que o nome diz tudo, é Epistemologia, é várias visões de como se faz a Ciência.*
 Pesquisador: *Aham!*
 Davi: *A disciplina em si eu achei muito interessante, porque mostrou isso ...Essa... [?]Ciência que parece que lá no início não tem o que ... Tu começa a estudar... Estuda Física I, II, III, parece que as coisas são fechadas (...) A Epistemologia devia ser tratada já desde a primeira aula, desde ... Desde a Física I... (grifo nosso). (...)*
 Davi: *Acho sempre interessante, claro, tem que ter a exposição, um texto de leitura e em trabalho pra fazer em cima. Acho que ela, é... Ficou demais na questão de mapa conceitual, que devia usar outros recursos para... Dinâmicas diferentes, não só mapa conceitual.*

É importante pontuar que mesmo tendo um choque na primeira aula (como ele expressa), Davi não rompeu com sua visão Ciência pré-existente. Durante várias semanas (na observação participante) ocorreram diversos conflitos entre as concepções prévias que ele possuía sobre o fazer científico e as discussões apresentadas em aula.

Isto mostra que se trata de um processo evolutivo e lento e, possivelmente, uma única disciplina em final de curso não consiga promover uma **compreensão profunda das visões epistemológicas contemporâneas**. Uma compreensão superficial mostra-se insuficiente para gerar nos futuros professores convicção (e mesmo disposição) para discutir a NdC em sua prática docente. Davi fez ainda uma crítica relevante, dado que a disciplina de HFE trabalha com a construção de mapas conceituais para que os licenciandos identifiquem a estrutura conceitual de cada visão e depois discutam as principais ideias do epistemólogo estudado, apresentando o mapa ao grande grupo. Davi disse que deveria haver diferentes dinâmicas, diferentes tarefas⁴.

4. Esta crítica foi levada em conta em versões posteriores da disciplina (na graduação), permitindo que os estudantes construam: mapas conceituais; diagramas Vê; quadros comparativos, etc.

4.2 Aspectos que se apresentam como obstáculos à discussão da NdC e HC

Referenciados em Latour, seguimos um caminho investigativo que deu voz à metafísica pessoal dos sujeitos, e da análise dessa narrativa foram surgindo diferentes nós na rede, mostrando como a percepção de “ser professor” é estremecida por diferentes variáveis.

Ambições pessoais, diploma e questões financeiras

A análise das entrevistas feitas com André foi a mais extensa de todas, por suas características que, em parte, são aqui apresentadas para tentar entender certos entrelaçamentos que, como coloca Latour, fazem balançar toda a rede – Ator-rede.

André (Reentrevista, 00:44:14 a 00:45:19): *Quando eu era adolescente, eu era (...) queria, de alguma maneira, poder ir contra isso [referindo-se a certas contravenções juvenis]. Óbvio que tinha na polícia, claro, um monte de corrupto, mas eu queria ter essa autoridade (...) de certa maneira, poder ajudar (...) "Ah! Vou ser bombeiro"... Daí entra a questão "salário", bombeiro ganha a mesma coisa que um brigadiano. Aí, no mínimo, uma Polícia Civil.*

A ambição pessoal de André de ser policial civil revelava a necessidade de ter um curso superior (**o diploma**) e essa foi uma primeira motivação para o ingresso no curso de Licenciatura em Física; posteriormente, na profissão de professor, aliam-se dois outros elementos: referência à **autoridade** (isto reaparece mais adiante) e à questão salarial (que se revelará elemento central).

André (Reentrevista, 00:47:16 a 00:47:30): *Não! Eu comecei a pensar a largar a civil assim, tipo, quando eu comecei a morar sozinho, que daí eu vi que com a licenciatura eu conseguia me sustentar tranquilo, assim... tipo eu tinha 21, 22 [anos de idade] e eu ganhava mais que meu pai (...)*

A questão financeira reaparece quando André, cedo no curso, começa a exercer a profissão de professor em cursinhos populares e, em seguida, em cursinhos pré-vestibulares particulares. Sua postura (de “ser professor”) se modifica com o tempo quando ele se torna, concomitante, sócio de empresa de preparação de videoaulas (cujos lucros são divididos entre os sócios) e, depois, passa a trabalhar também com grupos próprios de estudos preparatórios para exames vestibulares e ENEM.

Disse que sua prioridade passou a ser, com o tempo, os grupos próprios, justificando haver neles menos alunos, e poder despender mais tempo com eles, pois o horário é determinado pelo próprio professor, além de ter maior retorno financeiro.

André (Entrevista 00:13:05 a 00:13:32): *Eu nunca ganhei tanto dinheiro na minha vida...*
 Pesquisador: *Especialmente com grupos?*
 André: *Muita grana ... Eu fui ver, tipo... com todo o respeito, eu fui ver meu saldo da conta, cara, "tava" [...] reais. Juntei nesses dois meses aí. Claro, dando aula particular e tudo, mas isso aí, cara. [...]*
 André: *Sem contar de grupo que é tu que [...] eu posso perguntar: "você podem ficar mais 20 minutos hoje?"*

O valor citado por André foi suprimido porque entendemos que o que é realmente importante é o fato de que **o valor era tão alto comparado ao que André estava habituado a receber, que acabou sendo um elemento importante para reestruturar suas perspectivas futuras.**

No contexto de discussão sobre a influência de aspectos salariais frente ao uso da NdC, é importante retomar o extrato em que André defende que em certas ocasiões é desejável que o professor “enrole o estudante” e não reconheça suas limitações (e.g. não saber responder alguma pergunta; extrato de Entrevista André 00:14:03 a 00:14:26). Ali André menciona

que em seu ramo de atuação (cursinhos pré-vestibulares) a **permanência em seu emprego depende de sempre reforçar que ele é capaz de responder qualquer pergunta**. Reconhecer que não sabe responder algo poderia minar sua credibilidade em um tipo de instituição que visa suprir “carências” ou “lacunas” do ensino regular. Desse modo, assumir uma postura epistemologicamente honesta passa a estar condicionado a uma demanda prática mais urgente para o indivíduo, qual seja, a manutenção de sua fonte de sustento (salário). Estes aspectos são retomados na próxima subseção, em que trataremos de “marketing pessoal”, preocupações apontadas por André.

O sujeito de pesquisa Davi oferece outro panorama: diferentemente dos demais entrevistados, ele não atua e nunca atuou como professor; suas únicas experiências em sala de aula foram aquelas propiciadas pelo próprio curso, como disciplinas onde deveria ministrar aulas para seus pares e professor, ou duas disciplinas da Licenciatura dessa universidade que têm caráter extensionista, em que estudantes de Ensino Médio vêm à universidade no contra turno para aprender mais sobre Física. Também se diferenciava dos demais por ser o único (dentre os sujeitos pesquisados) a ter ingressado na universidade já bem estabelecido profissionalmente. Embora ele expressasse que “trabalhar durante o dia” dificultava algumas disciplinas, como Estágio de Docência, por exemplo, cursar Física cumpria **objetivos pessoais de curiosidade e busca por conhecimento**.

Pesquisador: O ... O que te levou a fazer Física?

Davi: Uma ... duas coisas, é a... Empurrão da minha irmã, que ela... Ela se formou em Cartografia, foi a primeira turma que se formou aqui. (...)

Pesquisador: Interessante.

Davi: E ela sempre me... dizia... “Quando é que tu vai fazer faculdade? [?] faculdade?” Daí eu pensei: “Bom, eu... eu gosto sempre de curiosidades, sempre soube tudo um pouco, né?” Fiz aquele teste vocacional e deu Física. E olhando, bom, realmente a Física explica bastante, né? O fundamento das coisas, é a base de toda a engenharia e tal. Daí, tá: “Vamos fazer Física”. E quando eu fiz, a única coisa que eu vi ali noturno era a Licenciatura. Ah! ...

Pesquisador: Mas tu pensa em um dia se aposentar e, quem sabe, começar a dar aula...

Davi: Quem sabe! Eu penso, assim, até [?] tempo e fazer alguma... Alguma coisa... É... **Dar aula pra comunidade, alguma coisa... Algum projeto social, alguma coisa assim.**

A fala de Davi revela, assim, certas tensões externas à academia presentes na rede, como a influência de familiares (neste caso, a irmã) que o influenciou na decisão de “fazer faculdade”. Ele, contudo, afirma ter optado por Licenciatura sem saber o que isso significava, simplesmente por estar acompanhada da palavra “física”. Revela também que à medida que o curso avançava e as discussões se aprofundavam *percebeu que também gostava disso* (Carvalho, 2017, p. 212) e admitiu a **possibilidade de vir a lecionar um dia**, em algum projeto social, passando a esperança de que “ser professor” o conquistara. Contudo, o que aparece aqui são distintas percepções do que seja isso de “ser professor”, em particular, ser professor de Física.

Meio profissional (marketing pessoal) e inconformismos

Mesmo que os grupos de estudo de André fossem sustentáveis, ele revela que à medida em que lecionava em cursinhos percebeu que o que antes era uma de suas principais fontes de sustento, passa agora a ser elemento de **marketing pessoal** (um auxiliar para sua nova fonte principal de renda), já que era através desse **meio profissional** (os cursinhos) que se **tornava conhecido**; tornar-se conhecido como um professor que “dá boas aulas” é um elemento fundamental para conseguir montar os grupos próprios, que são, como ele disse, mais rentáveis. A influência do **meio profissional** também é mencionada por Ivan, porém de forma mais sutil.

Pesquisador (Entrevista Ivan 00:04:00 a 00:04:18): *Tu tá trabalhando?*
 Ivan: *Atualmente, não! Não mais.*
 Pesquisador: *Tu tava lá no...*
 Ivan: [Nome da escola], *lá em [cidade], colégio marista.*
 Pesquisador: *Ah! Era em [cidade], sabia que era um marista, mas achei que era por aqui.*
 Ivan: *Não... Lá onde estudei, minha mãe dá aula e etc. Então, já tinha os contatos...*
 Pesquisador: *Ah, tá! Já tinha os contatos*

Ivan expressa entrelinhas o quanto é difícil se inserir no mercado de trabalho. Quando o professor é novato necessita, para se tornar conhecido, **ter contatos** (no caso de Ivan, ela trabalhava na mesma escola em que havia estudado e onde sua mãe atuava como professora). Este processo é ainda mais severo se a escola é privada.

O elemento “inconformismo” reaparece à medida que a entrevista com André avança. Ele passa a falar que sua angústia de ser “empregado de alguém” está relacionada com um sentimento de **inconformismo com a forma como os professores são explorados e desvalorizados**.

André [Entrevista 00:10:17 a 00:11:09]: (...) *teve uma empresa de videoaulas que veio entrar em contato comigo, que é a [nome da empresa] já ouviu falar?*
 Pesquisador: *Não!*
 André: *Fica na [nome da avenida]. Resumindo: Ok! Daí eu falei ...“Tá, então tá, tu vai me dar 80 reais a aula, vou [?], eu vou te gravar uma aula de [?], vocês vão usar minha aula pelo resto da vida e eu vou ganhar 20 reais por aula?” [Contato] “Ah, não sei o quê...” [André] “Oh! Assim, ó...” [Contato] “Não! É que a gente ‘tá’ procurando por professores que têm experiência...”*

Percebe-se que, nesse momento, a principal preocupação não está no retorno financeiro pessoal, mas André manifesta **inconformismo com o fato de a figura do professor estar tão desvalorizada**; de parecer ser normal esse tipo de negociação, onde o valor recebido pelo profissional é irrisório comparado ao retorno financeiro que seu trabalho gera à empresa (neste caso empresas e videoaulas).

Uma forma de analisar estes elementos, segundo Latour, **é que o “contato” da empresa induz André a se mobilizar, no caso através de uma recusa** (caso sua contraproposta fosse negada). **Por sua vez, a resposta de André mobiliza o “contato” da empresa a buscar outro professor ou aceitar a contraproposta, potencialmente (ou possivelmente!) modificando toda a rede** que condiciona os professores à desvalorização profissional.

Um **segundo elemento gerador de inconformismo frente à desvalorização do professor** (manifestado em diversos momentos da entrevista) tem relação com o que André percebe (e expressa) como a falta de interesse dos alunos (de cursinhos), sendo esta uma das razões por que se dedica mais aos grupos próprios.

André [Entrevista 00:14:03 a 00:14:26]: *O grupo, eu, eu toco a faca, então [?] o nível eu vou elevar lá em cima. Eu vou preparar quem tá fazendo Medicina e Direito, que uma questão é muito importante. Bah! E aí meu, aqui eu tô gostando por isso (...)*
 Pesquisador: *O que tu tem de perspectiva?*
 André: *Cara, eu tava pensando exatamente nisso! Eu vou apostar nos grupos. Vou apostar nos grupos.*
 Pesquisador: *Focado em vestibular, então?*
 André: *É! Só vestibular. Eu detesto ensinar alguém que não quer aprender. Detesto! Detesto!*

Aqui aparece, na forma de André se expressar, um outro elemento: o viés conteudista em sua postura didática, que será objeto da próxima subseção.

Ivan, por sua vez, expressa um **inconformismo de outro tipo**: em relação à formação específica, particularmente, frente à exigência de cursar disciplinas avançadas de física na

Licenciatura (e.g., Mecânica Clássica, disciplina considerada pelos licenciandos como um marco no curso, pois era a partir dela que os cursos de Bacharelado e Licenciatura se diferenciavam enormemente⁵).

Ivan [Entrevista 00:06:44 a 00:07:48]: *O que eu quero ano que vem, quando pedir... Hã! Permanência, sabe?*
 Pesquisador: *Permanência é para tu continuar no bacharelado!*
 Ivan: *Não, outra, outra [graduação?] ... Quero fazer essas disciplinas para no fim do ano tentar fazer mestrado em Filosofia.*
 Pesquisador: *Em Filosofia?*
 Ivan: *Em **Filosofia e ver a parte deles de Epistemologia.***
 Pesquisador: *Eu já pensei nisso [risos].*
 Ivan: *É que daí eu penso... Deve ser bacana, bem difícil, mas não vai ser... **não vai ter nada de Clássica...** (grifo nosso).*

Em sua fala, Ivan revela desconforto por ter que cursar essa disciplina mais avançada (disciplina específica de Física), mas também fornece pistas de que havia sido conquistado pelas epistemologias, como já abordado na subseção 3.3.2 Feedbacks aos Microepisódios. André também dá indícios de que essa disciplina (Mecânica Clássica) exige foco e a necessidade de redução da quantidade de horas de trabalho.

André: *É! Daí eu lembro quando eu peguei Mecânica Clássica, eu tava dando 36 períodos de aula. E os final de semana eu estudando tudo. Eu não rodei em mais nada.*
 Pesquisador: *Bah!*
 André: *E aquela época que tu me conheceu [observação participante] eu já tinha...*
 Pesquisador: *Já tava focado!*
 André: *Já tava focado a fu...*
 André: *Aí em 2013 eu vi que não dava para ficar assim. **Ou eu largava a faculdade ou eu terminava de uma vez.** Aí dali eu não rodei em mais nada. (grifo nosso).*

Interpretamos a partir deste extrato de fala que, uma vez que André se sentia estabilizado na profissão e tendo um bom retorno financeiro sem que o título de graduado fosse essencial para a manutenção de seu status, a possibilidade de abandonar o curso chegou a ser ponderada.

Conteudismo (e Instrumentalismo) versus Flexibilização

A expressão “tocar a faca” na fala de André (extrato de Entrevista 00:14:03 a 00:14:26) assume o sentido, em nossa interpretação, de querer avançar rapidamente no desenvolvimento dos conteúdos. Sua ideia parece ser a de evitar despendar energia para motivar o estudante, ou mesmo para compensar eventuais deficiências conceituais ou de bases matemáticas, para centrar no prosseguimento da resolução de exercícios em Física.

Essa concepção sobre “o que é ensinar Física” é reforçada quando André explica a forma como estrutura sua apostila: breve recapitulação da teoria e dos conceitos físicos, seguido por um extenso processo de resolução de exercícios; diz que utiliza um escalonamento do processo de resolução destes exercícios: primeiro, a “aquisição de técnicas” (resolução de diversos exercícios fáceis); segundo, “estabilização das técnicas” (resolução de exercícios mais difíceis, mas ainda envolvendo apenas uma técnica); terceiro, “integração das técnicas” (re-

5. Este aspecto foi atenuado (possivelmente resolvido) através e uma profunda reestruturação curricular dos cursos de Licenciatura em Física da UFRGS, em um movimento desencadeado na IES para atendimento às Diretrizes Curriculares Nacionais de Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica de 2015 (Brasil, 2015). Esse processo de reestruturação é narrado em detalhes em Massoni, Bruckmann e Alves-Brito (2020).

solução de exercícios mais complexos, que envolvem a combinação de diversas técnicas). Acrescenta que manter uma **fala enfática e expressiva, acompanhada de muitas gestulações e variações no tom da voz**, fazendo com que sua audiência tenha dificuldade em se dispersar, é importante, mas quando isto não basta faz uso de alguns experimentos simples.

Pesquisador [Entrevista André 00:27:02 a 00:27:29]: *E o pessoal consegue, assim, estudar...?*
 André: *Conseguem acertar questões, mas entender... trabalho... o que é trabalho, assim...*
 André: *Uma coisa... Dou aula de relatividade, eu falo assim, ó... “Cara! Se tu não entendeu, te convence disso. O referencial em movimento vai ter um tempo menor e o espaço dele vai ser menor. Te convence disso e pronto! E vai!” Às vezes eu falo isso. Eu tento explicar uma, duas, tá... Não deu, te convence e vai nisso. (...)*
 Pesquisador: *Tu tenta contextualizar toda aula, tu não fica só no conteúdo, só no...*
 André: *Cara, depende. Depende assim, ó, vou te ser bem sincero. Depende da turma, depende do momento. O que eu **deixo de carta na manga é o experimento** quando eu vejo que o pessoal tá meio dã... (grifo nosso).*

Nesta fala, além de reforçar a preferência de público, a transcrição evidencia sua concepção sobre em que repousa o **valor do bom professor** e uma concepção do propósito para o ensino de Física – ensinar Física parece se reduzir a uma função instrumentalista baseada na aquisição de técnicas para a construção de habilidades na resolução de exercícios. André expressa de forma clara que tal estratégia é fundamental para os “cursinhos”, contudo, poderíamos nos perguntar: em que medida a escola formal, mesmo no séc. XXI, difere radicalmente dessa concepção?

O bom professor, segundo evidências capturadas a partir das falas de André, é aquele que tem profundo conhecimento disciplinar e tem sucesso em fazer com que o aluno demonstre capacidade de resolver exercícios. Trata-se **de uma visão instrumentalista** que entendemos ser própria de cursos preparatórios aos exames de larga escala (por exemplo, exames de acesso ao ensino superior: vestibular, ENEM).

Embora pareça precipitado inferir, na continuidade da análise essa concepção será suportada por outras evidências, depreendemos que **o uso da NdC e HC e a formação crítica ocupam um lugar marginal**, senão desaparecem por completo na concepção de alguns professores investigados. Ivan, de outra parte, trabalhava com turmas de Ensino Fundamental em atividades extraclasse (ou extracurriculares) na disciplina de Física. Como já dito, além de ter sido aluno da escola, ele tinha suporte familiar dentro da instituição. Assim, tinha **flexibilidade** para planejar aulas diferenciadas, sem se ater o cumprimento de currículo. Isso pode ter contribuído a que se tornasse, com o tempo, receptivo à disciplina de HFE e motivado com a possibilidade de discutir a NdC em sala de aula.

Pesquisador [Entrevista Ivan 00:04:17 a 00:04:50]: *Foi lá [colégio onde ele lecionava] que tu fez aquelas atividades que... Que tu até falou que... Usando epistemologia?*
 Ivan: *[?]*
 Pesquisador: *Com o pessoal do Ensino Fundamental, não foi? Meio parecido com a aula que tu deu na disciplina de História e Epistemologia. Não foi com as crianças lá que tu trabalhou isso [referência à atividade que Ivan havia mencionado quando apresentava seu microepisódio na disciplina de HFE]?*
 Ivan: *Isso!*
 Pesquisador: *Foi antes ou depois? Agora eu não me lembro.*
 Ivan: *Foi depois*
 Pesquisador: *Foi durante o semestre, eu acho...*
 Ivan: *Não, tinha sido... Sei lá, foi antes daquela apresentação, acho que naquele semestre!*

Assim, inferimos que as **exigências institucionais e conteudistas** da escola representam, em muitos casos, um sério entrave ao efetivo uso da HFC nas salas de aula da educação formal. Ainda sobre a questão da flexibilização, Paulo que, como dito, atuava como professor auxiliar (auxiliava o professor regente de Física em sala tirando dúvidas e fazendo experimentos) em uma escola privada de Porto Alegre, também se manifestou.

Pesquisador [Entrevista Paulo 00:00:42 a 00:01:01]: *É legal trabalhar no [escola]?*

Paulo: *É, é legal! Mas é aquela história. É colégio particular e aí tem que fazer meio o que os alunos querem, porque senão [?] se incomodar e etcetera.*

Pesquisador: *Ahm! Sim!*

Paulo: *Não tem muita ... muita liberdade, assim.*

Paulo: *É! Tipo, aula de reforço, eu tenho que fazer o quê? Eu tenho que dar o conteúdo meio que resumido e fazer exemplos, passar exercícios que vai, mais ou menos, cair na prova e ... é completamente diferente do que a gente vê aqui...*

Este extrato da entrevista é trazido aqui com bastante cautela, pois embora a falta de liberdade esteja presente em diversas escolas privadas, que mantêm uma noção mercadológica da educação, entendemos ser precipitado assumir isto como regra. De qualquer modo Paulo verbaliza que sua autonomia era restrita, o que gerava certa frustração, como se discutirá na seção subsequente.

Frustração (ausência de Física Moderna e Contemporânea e currículos extensos)

Na entrevista, André manifestou uma forte percepção da importância de tratar o tema da FMC na escola e expressa frustração pelo fato de que isso, em geral, não ocorre (essa foi sua justificativa para escolher seu tema no microepisódio de ensino apresentado na disciplina de HFE – a fissão nuclear). Dessa forma, obtivemos alguns indícios, bastante fracos, sobre críticas que o professor projeta à forma como o currículo de física tradicionalmente tem sido utilizado por diversos professores.

Paulo manifesta outro tipo de frustração: trata-se das pressões e a demandas que atende para garantir o emprego; contudo, ele verbaliza que isto *o impossibilita de ministrar a aula que ele acredita ou gostaria de dar*.

Paulo: ... *Os alunos estão sempre tendo que ver uma coisa nova, nunca dá pra aprofundar essas coisas novas ou ver onde elas se encaixam, né? Tem que ver dinâmica, aí tu dá um exemplinho lá, assim, assado; tem que dar um exercício e daí ... Daí eles ficam, sei lá, dois... uma semana fazendo exercício, depois tem prova. Aí depois começa outro conteúdo e sempre vendo conteúdo, nunca dando tempo de ... Hã! Abrir mais a aula, né? Fazer uma discussão ou ... esse tipo de coisa, assim, mais aberta. Diferente, né?... (grifo nosso).*

A reflexão que possivelmente caberia aqui é questionar a alcunha de “bom professor” como aquele que cumpre as demandas e o extenso currículo, mas que, na verdade, leva-o a dar um tipo de aulas no qual nem mesmo ele acredita.

Como já discutimos, para Latour nenhum indivíduo é um ser puramente passivo, agindo de acordo com o determinismo imposto pela sociedade. Também não se pode dizer que o ator seja livre de influências sociais. Na *teoria ator-rede*, ao mesmo tempo em que tensões na rede mobilizam o ator, ele também tensiona a rede, modificando-a.

“Prender a atenção dos estudantes” com a HC versus Compreensão superficial da Epistemologia

É importante explicar que os microepisódios de ensino apresentados na disciplina de HFE podiam ser ministrados em sala na universidade, mas os licenciandos eram incentivados a aplicá-los na escola (em situações reais de sala de aula). Como dito, André, à época, lecionava em escola pública e ali replicou seu microepisódio, acompanhado por dois docentes formadores (a professora da disciplina de HFE e o professor de Estágio de Docência). Esse foi o contexto que explica o extrato apresentado na sequência.

André [Entrevista André 00:34:00 a 00:35:45]: *Bah, cara! E foi assim, ó! É, foi uma baderna, bastante conversa, mas, assim, realmente eles gostaram da aula depois. **Gostaram, porque eu fiz todo o contexto histórico...** Isso aí a [professora] sabe melhor do que eu. E aí eu achei legal, eu convidei o [professor], o [professor] foi também. Então, o que eu posso dizer, uma coisa que o [professor] e a [professora] me falaram... Eu consegui segurar duas turmas falando de bomba nuclear. Dois períodos. Claro, tinha conversa e tudo, mas até a [professora] me falou que eu fiquei meio triste, depois não... Ela: “Não, [André]. Teve momentos que ficou todo mundo quieto te ouvindo”. É claro, falando de contexto histórico.*

A transcrição permite articular aqui uma discussão de interesse para a nossa pesquisa, destacando que este achado é local, isto é, não generalizável: a perspectiva do uso da NdC e da HC como recurso meramente para a obtenção da atenção dos estudantes. Ao assistir essa aula na escola foi possível perceber que André foi capaz de manter a atenção de estudantes em um ambiente completamente adverso. O próprio André demonstra guardar essa memória com muito carinho e expressa contentamento pelo seu feito. E ter tido essa oportunidade parece ter sido uma das razões por que André se posiciona positivamente com relação à importância das disciplinas de final de curso.

André [Entrevista André 01:22:08 a 01:22:30]: *Eu acho que aquela de Seminários [?]. As cadeiras [?] são as mais interessantes. (...) As de pesquisa... as da [professora, se referindo às disciplinas de História da Física e Epistemologia e Pesquisa em Ensino de Física] e a do [professor, se referindo ao Estágio de Docência em Física] [?]. Eu acho que no final, cara... tu tem que ter muito cuidado com aquilo. Acho que ali [?] é onde as coisas acontecem. Tu não pode colocar alguém que tá engessado nisso.*

Como dito, vários desses aspectos, como a inclusão de Práticas como Componente Curricular ao longo da formação inicial, foram superados com a reestruturação curricular realizada no curso de Licenciatura a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais de 2015 (Brasil, 2015; Massoni, Bruckmann & Alves-Brito, 2020).

Sobre o uso de aspectos epistemológicos (ou da NdC) aparece (no extrato que se segue) uma dificuldade também constatada por outros pesquisadores (Boaro, 2017); em uma investigação que se situa na mesma linha de pesquisa.

Pesquisador [Entrevista André 00:39:50 a 00:40:10]: *Tá! A gente, a gente [?] usa bastante a História da Ciência, mas tem alguma importância a Epistemologia nisso?*
 André: *Sim, eu sempre falo do Ausubel, assim... Eu sempre quando falo, falo do Ausubeliana... eu, por exemplo, eu curti o Ausubel, cara! Gostei do Ausubel sobre ele falar sobre os subsunçores e tal. Que... Eu tenho o Ausubel por trás de mim, com certeza!*
 Pesquisador: *Sim! Mas a questão aquela sobre o que é ciência...*
 André: *Ah, não, desculpa! Não, eu não uso muito isso. Eu pensei que Epistemologia fosse uma forma de ensino!*
 Pesquisador: *Da ... dos epistemólogos tu não lembra muita coisa?*

Pode-se perceber que o professor André encontra dificuldades em diferenciar os autores estudados nas disciplinas de História da Física e Epistemologia e na de Pesquisa em Ensino de Física, confundindo um teórico da aprendizagem com um epistemólogo da ciência. Talvez essa confusão possa ser atribuída ao fato de a mesma docente ter ministrado na graduação as duas disciplinas a André. Contudo, torna-se evidente que as discussões e estudos relacionados à NdC não foram suficientes para sensibilizar André de forma profunda, para que se sentisse preparado para discutir a NdC em sala. Além disso, ele considera que abordar História da Ciência é mais fácil do que discutir aspectos epistemológicos (Boaro & Massoni, 2018). O entrevistado Paulo também menciona essa ausência da NdC na escola básica. De seu ponto de vista, não há tempo para implementar essa discussão.

Paulo: *Eu acho que nem se passa muito o que que é Ciência no Ensino Médio assim. Não se toca no assunto do que é Ciência, a não ser, talvez ... O professor tá lá falando de algum negócio, daí talvez o aluno pergunta e aí sim o professor começa a entrar na...*
E tu não consegue, tu não tem tempo de fazer todos esses negócios legais que podem acontecer em sala de aula se tu quer que eles vão bem nessas provas, porque essas provas não valem nada além de basicamente se tu sabe resolver problemas de Física. Então [?] é uma coisa meio chata, assim. Física é legal, mas eu concordo com os alunos, Física é chata do jeito com que é visto na sala de aula. Sabe(...) (grifo nosso).

Um aspecto positivo é que Paulo parece deixar nas entrelinhas que discutir NdC e HC poderia tornar as aulas de Física mais interessantes para os estudantes. Contudo, este achado é pouco presente em todas as falas dos sujeitos de pesquisa aqui investigados.

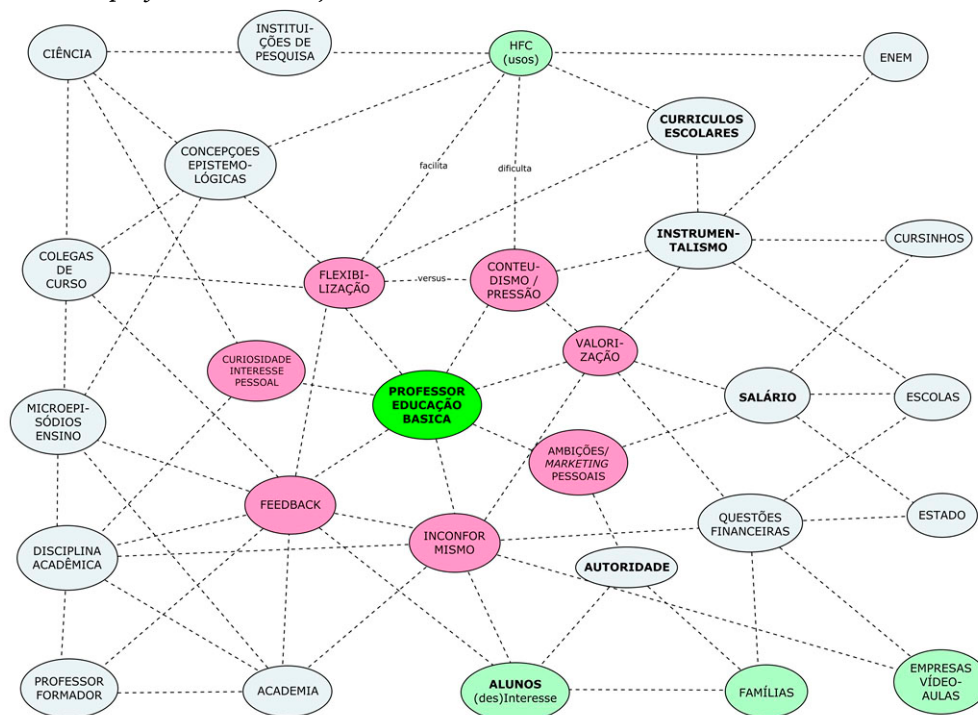
5. Conclusão

Na Figura 3 apresentamos uma representação de uma rede de ações (e tensões) que foi possível construir a partir dos elementos identificados na análise, codificação e categorização dos dados, e que oferece uma ideia de como os movimentos do sujeito-professor são complexos, pois estão inter-relacionados por diferentes fatores, ou “híbridos”, que compõem cada nó dessa rede, como propõe Latour. Buscamos mostrar que a rede é composta por indivíduos que agem, mas também “híbridos” (não-humanos, instituições, prescrições, etc.) e que, ao se moverem, geram tensões na própria rede levando outros elementos a ações que levam outros a ações ... que levam outros a ações... Tentar compreender por que a NdC e a HC pouco chegam às salas de aula da Educação Básica demanda uma análise crítica da ação das/dos professoras/es (e suas concepções), das escolas, dos currículos, das universidades (cursos de formação, disciplinas, currículos, formadores de professores), dos cursinhos, dos exames de larga escala, do Estado (seu poder e suas políticas públicas).

Essa análise não é trivial. Contudo, foi possível, nas falas dos licenciandos, futuros professores, identificar um polo cujos elementos (e características) tendem a apontar para interações mais favoráveis, e outro, que tende a indicar maior resistência, inflexibilidade e outros obstáculos ao uso de elementos da NdC e da HC na educação formal e não formal.

Figura 3

Representação da rede complexa de agentes “híbridos” (humanos e não-humanos) nos movimentos do professor da educação básica.



Como mencionado, esta investigação e outras nesta linha de pesquisa (Carvalho, 2017; Boaro, 2017; Boaro & Massoni, 2018; Massoni, 2010; Massoni & Moreira, 2014) alinham-se na defesa da importância de abordar aspectos de HC e NdC nos cursos de licenciatura e na Educação Básica, como bem mostra a literatura da área. Relembrando que tal literatura aponta para o fato de que muitos professores possuem concepções inadequadas sobre a NdC (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996), enfoca a importância de considerarmos metodologias que permitam identificar essas concepções sem se limitar à aplicação de questionários (Guerira & Ramos, 2012; Massoni & Moreira, 2014), de fazermos uso de casos históricos para discutir o contexto de produção do conhecimento, indo além, e abordando também questões de gênero na ciência (Vieira, Massoni & Alves-Brito, 2021), bem como a necessidade de mudar o cenário atual de carência de professores de Física através de uma formação inicial adequada (García-Carmona, Alonso & Mas, 2011). Nesse sentido, um dos objetivos iniciais de nosso estudo era identificar as potencialidades do uso de microepisódios de ensino como elemento engajador e motivador para a inserção de aspectos da HC e NdC em aulas de Física. Os *feedbacks* dos estudantes durante as apresentações e nas entrevistas, realizadas vários meses após a finalização da disciplina, mostram como essa estratégia é fértil e pode trazer bons resultados.

Nossos resultados também oferecem indícios da extensão e complexidade dos obstáculos que se impõem para a adequada inserção desta temática nas salas de aula. Através da *Teoria Ator-Rede* fomos capazes de nos aprofundar para além dos objetivos iniciais de nossa investigação. Sem deixar de reconhecer que o pesquisador é incapaz de se colocar como um agente neutro e distante de seu contexto de estudo, essa abordagem nos possibilitou um olhar mais flexível, mais livre de nossas próprias concepções iniciais e de estruturas predeterminadas.

Ser sensível às metafísicas individuais dos nossos entrevistados nos possibilitou extrapolar os limites da proposta inicial, trazendo diversos elementos que se mostram tão relevantes quanto aqueles de ordem conceitual, de “domínio” do conteúdo específico, de organização curricular ou de sensibilizar os indivíduos para a importância de abordar a HC e a NdC em sala de aula, que predominam na literatura consolidada (Abd-El-Khalick, 2013; Bassoli, 2014; Berland, Schwarz, Krist, Kenyon, Lo & Reiser, 2016; Yeh, Jen & Hsu, 2012).

Fica evidente que questões financeiras, o cumprimento de currículos, a preparação para exames de larga escala, as expectativas de licenciandos e suas famílias, a valorização/desvalorização de professores, a consequente exploração de professores, a mercantilização do ensino, entre tantos outros elementos geram tensões na rede que acabam por impermeabilizá-la para estas abordagens no ensino de física. Também apontam para a importância de realizar novas investigações que sejam sensíveis às dimensões que vão além dos muros da escola, reforçando algumas discussões já presentes na literatura (Massoni, 2010; Massoni & Moreira, 2012; 2014), mas ainda minoritárias.

Com isso, não queremos afirmar que não há esperança para um ensino de física mais crítico e epistemologicamente alinhado, que é um jogo de cartas marcadas ou que a luta está perdida. Procuramos compreender quais elementos jogam que papéis dentro de uma rede cultural, social, econômica, política e educacional em que os indivíduos estão imersos, o contexto e as convenções sociais que os apresentam em certas estruturas institucionais, que acabam por influenciar suas escolhas, mas que revela também como esses indivíduos vão adquirindo certa sagacidade cultural para identificar valores, hábitos, assumindo certas maneiras de fazer, e se movendo para tensionar a rede.

6. Considerações Finais

Neste trabalho assumimos o pressuposto de que o indivíduo não é senhor absoluto de suas próprias ações, mas também não é totalmente passivo e determinado. As ações partem do sujeito, mas são condicionadas pela rede na qual ele se insere. Acreditamos que nossos resultados reforçam este pressuposto. Ao valorizar as metafísicas individuais dos sujeitos de nosso estudo foi possível identificar como as tensões da rede agem sobre suas ações, decisões e até mesmo em suas crenças. Também identificamos como em algumas ocasiões eles próprios se colocam como agentes tensionadores dessa mesma rede. Assim, ainda que nesse momento a rede se mostre impermeável, ela não é imutável ou absoluta.

Defendemos que é preciso uma mudança de postura se quisermos fortalecer um ensino de física mais crítico, voltado para uma educação mais cidadã e alinhada aos documentos oficiais norteadores da educação brasileira. Precisamos ter um olhar mais amplo e atento para essa rede de ações. Identificar os diferentes interesses, elementos e tensões que se colocam como obstáculos para tais objetivos. Assim, possivelmente seremos capazes de adotar linhas de ação mais estratégicas e tensionar a rede de forma efetiva. Acreditamos que o fortalecimento, na prática, da indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão tem muito a contribuir neste sentido. As Universidades e Institutos Federais podem ser eixos articuladores de mudanças relevantes e necessárias. Para tanto, é fundamental que os conhecimentos que são gerados no âmbito da pesquisa acadêmica não se limitem a ser arquivados em artigos ou anais de eventos. A ação deve ser assumida para que o conhecimento resultante da pesquisa possa ser transformado em agente indutor de novas tensões da rede. As recentes discussões sobre a Curricularização da Extensão (Brasil, 2018) podem trazer importantes contribuições neste sentido, oportunizando a que essas microaulas (microepisódios) possam ser aplicados em situações reais da educação científica formal e não formal, através de atividades extensionistas que poderiam, ao mesmo tempo levar o debate sobre NdC e HC às comunidades e fazer uma divulgação científica reflexiva.

Por fim, acreditamos ser importante explicar que embora pareça estranho termos centrado a análise nos sujeitos de pesquisa (especialmente a longa análise feita com o professor André); uma das justificativas é que a entrevista feita com ele foi detalhada e reveladora de inúmeros elementos, por suas características (inserção na docência desde os primeiros semestres do curso de Física em diferentes instituições), por sua postura conteudista, por manifestar certas expectativas e frustrações; tudo isso permitiu construir uma representação mais clara da rede de associações, na acepção de Latour, que influencia o educador, e como ele próprio tensiona a rede. Permitiu também compreender melhor alguns fatores, que ficam ofuscados, e que impactam na ainda escassa presença da NdC e da HC nas salas de aula da educação científica.

Referências

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, (22), 2087–2107. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>.
- Arthury, L. H. M., & Terrazan, E. A. (2018). A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40 (3). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0233>.
- Bagdonas, A., Zanetic, J., & Gurgel, I. (2014). Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História Da Ciência*, 7(2), 242–260, 2014.
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação* (Bauru), 20(3), 579–593. <http://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>.
- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser B. Jr. (2016). Epistemologies in Practice: making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082–1112. doi: 10.1002/tea.21257.
- Bloor, D. (2009). *Conhecimento e imaginário social*. São Paulo: Editora UNESP.
- Boaro, D. A. (2017). *Uma investigação sobre o uso de aspectos epistemológicos nas estratégias didáticas de futuros professores de física no estágio supervisionado*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10183/163734>.
- Boaro, D. A., & Massoni, N. T. (2018). O uso de elementos da História e Filosofia da Ciência (HFC) em aulas de Física em uma disciplina de Estágio Supervisionado: alguns resultados de pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências* (online), v. 23 (3), pp. 110-144. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p110>.
- Brasil (2015). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 jul.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução n. 7, de 18 de dezembro de 2018. Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei n. 13005/2014, que aprova o Plano Nacional da Educação PNE 2014-2024. Diário Oficial da União, n. 243, Seção 1, p. 49, 19 dez.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham and Philadelphia: Open University.
- Carvalho, F. A. (2017). *Natureza da Ciência no ensino básico: perspectivas, desafios e limitações imbricados em uma rede de ações*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Faria, C., Freire, S., Cecília, G., Reis, P., & Figueiredo, O. (2014). “Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciência & Educação* (Bauru), 20(1), 1–22. <http://doi.org/10.1590/1516-731320140010002>.
- García-Carmona, A., Alonso, A. V., & Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia : una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(3), 403–412.
- Gil-pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125–153.
- Guerra-Ramos, M. T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: a critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, 21(5), 631–655. <http://doi.org/10.1007/s11191-011-9395-7>.
- Guimarães, R. R., & Massoni, N. T. (2020). Argumentação e pensamento crítico na educação científica: análise de estudos de casos e problematizações conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa*, 13(2), 320-344. doi: 10.3895/rbect.v13n2.9563.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of Science. *Science Education*, 95(1), 145–167. <http://doi.org/10.1002/sce.20404>.
- Latour, B. (1994). *Jamais fomos modernos*. Rio de Janeiro: Editora 34.
- Latour, B. (2012). *Reagregando o social: uma introdução à Teoria do Ator-Rede*. Salvador: Edufba.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *Vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science : past, present, and future. *Handbook of Research on Science Education*, 831–879. <http://doi.org/Mahwah, NJ>.
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 703. <http://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>.
- Massoni, N. T. (2010). *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2012). Ensino de física em uma escola pública: um estudo de caso etnográfico com um viés epistemológico. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 17(1), 147–181.
- Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2014). Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. *Ciência & Educação* (Bauru), 20(3), 595–616. <http://doi.org/10.1590/1516-73132014000300006>.

- Massoni, N. T., Bruckmann, M. E., & Alves-Brito, A. (2020). Reestruturação Curricular do curso de Licenciatura em Física da UFRGS: o processo de repensar a formação docente. *Revista Educar Mais*, 4(3), 512-541. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.1952>.
- Mortimer, E. F., & Araújo, A. O. (2014). Using productive disciplinary engagement and epistemic practices to evaluate a traditional brazilian high school chemistry classroom. *International Journal of Educational Research*, 64, 156-169. <http://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.07.004>.
- Raick, A. C., & Peduzzi, L. O. Q. (2014). Potencialidades e limitações de um módulo de ensino: uma discussão histórico-filosófica dos estudos de Gray e Du Fay. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(2), 138-160. doi:10.22600/1518-8795.ienci2016v20n2p138.
- Reis, U., & Reis, J. (2016). Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 744-778. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p744>.
- Sasseron, L. H., & Machado, V. F. (2017). *Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física*. 1. ed. São Paulo: Editora da Física.
- Silva, H., & Moraes, A. (2015). O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(2), 378-406.
- Spiliotopoulou-Papantoniou, V., & Agelopoulos, K. (2009). Enhancement of preservice teachers' teaching interventions with the aid of historical examples. *Science & Education*, 18(9), 1153-1175. <http://doi.org/10.1007/s11191-008-9176-0>.
- Stumpf, A., & Oliveira, L. D. (2016). Júri Simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. *Experiências em Ensino de Ciências*, 11(2), 176-189.
- Vieira, P. C., Massoni, N. T., Alves-Brito, A. (2021). O papel de Cecilia Payne na Determinação da Composição Estelar. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, e20210028. <http://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0028>.
- Yeh, Y. F., Jen, T. H., & Hsu, Y. S. (2012). Major strands in scientific inquiry through cluster analysis of research abstracts. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2811-2842. <http://doi.org/10.1080/09500693.2012.663513>.