

Análise das concepções alternativas sobre a natureza do conhecimento científico na disciplina de química do ensino médio

Robson Fagner Ramos de Araújo^{1*}; Filipe Silva de Oliveira²; João Pessoa Pires Neto³

¹Professor da Escola Cidadã Integral Técnica Arlinda Pessoa da Silva, Juru, Paraíba, Brasil,

²Doutorando em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil,

³Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, Bahia, Brasil.

*robson.ramos.araujo@hotmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 25/08/2021

Publicado em: 25/09/2021

RESUMO

A História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química tem sido objeto de estudo em diversas modalidades de pesquisas a nível nacional e internacional. Vários autores apontam que “há muitas pedras nesse caminho”, no sentido de que os resultados de tais investigações cheguem até a sala de aula, o que de fato tem sido grande desafio para a toda comunidade acadêmica. Esta pesquisa tem como principal objetivo apresentar os resultados de uma análise feita sobre a concepção do conhecimento científico dos estudantes do Ensino Médio de Química em uma escola estadual na cidade de Campina Grande – PB. A investigação é de natureza qualitativa, em que foi aplicado um questionário semiestruturado a partir de questionamentos sobre a natureza do conhecimento científico. Os resultados apontam visões deformadas e simplistas quanto ao entendimento dos estudantes sobre o tema abordado. Nesse sentido, inferimos estas deformações à falta de abordagem sobre a História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química.

Palavras-chave: História e filosofia da ciência. Natureza da ciência. Ensino de química.

Analysis of alternative conceptions about the nature of scientific knowledge in high school Chemistry

ABSTRACT

The History and Philosophy of Science in Chemistry Teaching has been the object of study in various types of research at national and international level. Several authors point out that “there are many stones on this path”, in the sense that the results of such investigations reach the classroom, which in fact has been a great challenge for the entire academic community. This research has as main objective to present the results of an analysis carried out on the conception of scientific knowledge of high school students in Chemistry in a state school in the city of Campina Grande - PB. The investigation is qualitative in nature, in which a semi-structured questionnaire was applied based on questions about the nature of scientific knowledge. The results point to distorted and simplistic views regarding the students' understanding of the topic addressed. In this sense, we infer these deformations to the lack of approach to the History and Philosophy of Science in Chemistry Teaching.

Keywords: History and philosophy of science. Nature of science. Chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências na educação básica, especificamente no Ensino de Química, tem impulsionado as pesquisas educacionais, em que apontam a possibilidade na inclusão de abordagens sobre História e Filosofia da Ciência - HFC no ensino de Ciências, destacando um papel fundamental na construção do conhecimento científico, em que as abordagens de cunho epistemológico contribuem de forma significativa no espaço escolar, uma vez que, a necessidade em contextualizar os conteúdos abordados em sala de aula torna-se cada vez mais necessária e imprescindível. Nessa perspectiva, o conhecimento sobre a História e Filosofia da Ciência deve fazer parte do equipamento intelectual de cada professor de ciências (MATTHEWS, 1994). Neste sentido, o Ensino de Química, os conteúdos não devem ser abordados de forma isolada, tendo em vista a necessidade da inserção de valores relativos à ciência e de aspectos de sua produção histórica (PORTO, 2011). Um diálogo crítico relacionado à história, filosofia e sociologia da ciência, é necessário na busca de identificar algumas ideias chaves para a inclusão no currículo de ciência nas escolas, em consonância com o destaque dado a (HFC) da Ciência a partir de debates a nível internacional recente em ciência da educação (HODSON, 2008). Neste contexto o foco na História, Filosofia e Sociologia da Ciência no currículo das escolas podem desempenhar um papel fundamental na concretização de uma compreensão mais crítica no desenvolvimento científico e nas práticas científicas.

Nesta perspectiva, na discussão sobre a inserção da (HFC), alertando-se que,

[...] não se trata da mera inclusão de história, filosofia e sociologia da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de a natureza da ciência (MATTHEWS, 2005).

Não se trata somente de incluir estas abordagens em sala de aula como um processo de conhecimento científico no ensino de ciências, mas desenvolver num contexto histórico, filosófico e cultural, ou seja, o foco nas abordagens da (HFC) de forma isolada não trará o resultado esperado ou até mesmo “a participação de alunos e professores em atividades simuladas de investigação científica, sem tratamento explícito

e crítico das dimensões históricas e filosóficas envolvidas em tal investigação” (EL-HANI, 2006, p. 7).

Nesse contexto, acrescenta-se que os professores possam ter uma formação alinhada a perspectiva histórica (PORTO, 2011). A história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas, ou seja, os estudos que se adequam a alguns episódios históricos permitem compreender as interrelações entre as ciências, tecnologia e sociedade, fornecendo elementos necessários à compreensão de que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim, faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de uma construção humana, em que influencia e será influenciado por muitos aspectos da sociedade.

O ensino sobre a natureza da ciência refere-se à instrução destinada a permitir que os estudantes venham a alcançar os objetivos de aprendizagem com foco em informações e compreensões epistemológicas sobre a geração e validação do conhecimento científico e sua natureza (ABD-EL-KHALICK, 2012). Desta forma, ensinar ciência requer a discussão da natureza do conhecimento científico, podendo ser contemplada por meio da (HFC), conduzindo os estudantes a uma melhor compreensão dos conceitos e dos métodos da ciência (MATTHEWS, 1994).

Possibilitando uma diminuição das possíveis visões deformadas no campo da ciência, relacionadas a partir de tais elementos: a) *individualista e elitista*, em que as imagens são representadas por um único investigador, como também limitando-se a um gênero específico; b) *visão descontextualizada*, em que não apresenta os interesses dos cientistas durante as investigações na pesquisa, configurando a representatividade do cientista completamente fechado no laboratório como ‘torres de marfim’, como também não descrevendo as possíveis relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e ausentes de quaisquer opções existentes; c) *visão aproblemática e ahistórica*, as imagens não indicam qualquer problema a ser investigado durante a atividade, remetendo a conhecimentos que passaram a ser transmitidos, ou seja, uma transmissão já elaborada por roteiros, em que não aparece o contexto histórico que originou a investigação, como também, não demonstrando a limitação do conhecimento; d) *visão empírico-indutivista*, em que percebe-se uma busca de descobertas apenas utilizando a experimentação, em que não há consulta de livros ou outros referenciais teóricos, considerando apenas anotações de dados em pranchetas; e) *visão exclusivamente*

analítica, em que descrevem o caráter limitado e simplificado da pesquisa (CACHAPUZ et al., 2011).

Nesse contexto, a ideia de fazer ciências não é distanciar da realidade, em que passa a constituir uma imagem típica bastante difundida, advindo o ensino de ciência a mero transmissor de conteúdos conceituais e deixando de lado os aspectos históricos, sociais, como também culturais (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2003).

Porto (2011) afirma que os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's ressaltam a importância da História da Ciência para a contextualização dos conhecimentos, bem como, na compreensão do caráter dinâmico do conhecimento científico para a discussão das relações entre os fenômenos observáveis e os modelos explicativos, assim como para auxiliar o processo de construção dos conceitos por partes dos estudantes. Em sala de aula o professor convive com as dificuldades inerentes ao processo de ensino e aprendizagem, dentre elas estão às concepções alternativas.

As concepções alternativas são ideias existentes na cognição humana, originárias de fatores sensoriais, culturais e escolares (POZO; CRESPO, 2009), não são um problema que deve ser deixado de lado, mas sim uma manifestação da própria tentativa humana de explicar o mundo material, a discussão sobre o assunto tem perpassado por debates teóricos entre mudança conceitual e perfil conceitual, ambas teorias em suas vertentes, procuram explicar como se dá a aprendizagem de ciências e o seu ensino diante da existência de ideias alternativas.

As origens sensoriais das concepções alternativas remontam ao cotidiano e desde o nascimento a relação com o mundo ao nosso redor, estima-se que bebês já dispõe de teorias implícitas para prever e controlar eventos (KARMILOFF-SMITH, 1992 *apud* POZO; CRESPO, 2009), por estarmos imersos ao cotidiano a espontaneidade é uma característica predominante na atividade humana (HELLER, 2000), por isso, diante de fenômenos do cotidiano a tendência humana é conceder uma explicação imediata sobre o assunto. As origens culturais demonstram o quanto a vivência humana em sociedade, possibilita ao indivíduo a partir do seu contexto sociocultural a internalização de saberes produzidos e compartilhados, o psicólogo social Serg e Moscovici descreveu o processo de assimilação de concepções culturais como algo que é naturalizado no indivíduo como seu, sem que haja a percepção de que é uma construção social. O último tipo de origem que destacamos é a escolar, ao que parece o estudante em sala de aula irá somente internalizar concepções científicas,

todavia Mortimer (2000) mostrou que estratégias de ensino que envolvam etapas como o conflito cognitivo e outras nem sempre conduzem a uma mudança conceitual, pelo contrário, em muitas situações propostas pelo professor, o estudante em busca de sentido para explicar o problema ou fenômeno recorre a teorias nem sempre próximas ao conhecimento científico, ocasionando em novas concepções alternativas.

Por entendermos que no processo de ensino e aprendizagem as concepções alternativas estão envolvidas a partir dos estudantes (MORTIMER, 2000; POZO; CRESPO, 2009) e que devem ser consideradas pelo professor, avaliamos ser importante verificar as concepções alternativas evidenciadas pelos estudantes acerca da natureza do conhecimento científico. Aspectos relacionados a natureza da ciência vem sendo investigados recentemente, como é possível verificar no trabalho de revisão escrito por Azevedo e Scarpa (2017), assim como relacionado a História e Filosofia da Ciência, também citado no artigo, principalmente na implementação de estratégias de ensino, portanto, reconhecer estas concepções favorecerá ao aprimoramento na elaboração dessas estratégias.

METODOLOGIA

A pesquisa possui um caráter qualitativo, haja vista a necessidade de entender o objetivo da investigação, que se pauta na análise das concepções formadas pelos estudantes, como também o nível de abrangência adotada pelos mesmos sobre a concepção da natureza do conhecimento científico. Esta é uma parte de um planejamento de ensino desenvolvido numa turma concluinte que cursava a 3ª série do Ensino Médio com um total de 19 estudantes participantes da pesquisa, em uma escola pública estadual da zona urbana da cidade de Campina Grande – PB.

O que se discute neste trabalho são os resultados oriundos da aplicação de um questionário semiestruturado em que se procurou verificar as concepções dos estudantes acerca da natureza do conhecimento científico.

O questionário semiestruturado foi composto por um total de cinco questões elaboradas no sentido de verificar através das respostas dos estudantes aspectos que forneçam condições de compreendermos as concepções sobre a natureza do conhecimento científico neste grupo de estudantes. Os dados foram analisados com auxílio do software RQDA onde foi possível a construção de categorias de análise que foram previamente discutidas e validadas com base na metodologia da análise de

conteúdo (BARDIN, 2009) permitindo identificar concepções alternativas nos determinados textos e desenhos desenvolvidos pelos estudantes na caracterização de contexto do trabalho dos cientistas (Quadro 1).

As categorias foram assumidas mediante a análise dos questionários com o suporte analítico das categorias de visões deformadas da natureza do trabalho científico (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2003). O Quadro 1 apresenta as questões entregues e respondidas pelos estudantes (coluna 1) e as categorias caracterizadas a partir das respostas a cada questão (coluna 2), os termos utilizados para se referir as categorias dizem respeito a conceitos amplamente discutidos em epistemologia, história da ciência e ensino de ciências.

Quadro 1- Questionamentos sobre as concepções da natureza do conhecimento científico
Questionário aplicado aos estudantes

Questionamentos	Concepção dos estudantes
01 - Em sua opinião, o que é Ciência?	empirista
	indutivista
	positivista
	Naturalista
02 - Você compraria um produto pelo fato de não ter comprovação científica? Justifique.	confiança na ciência
03 - Descreva com suas palavras o que é uma teoria científica?	indutivista
04 - Em sua opinião, como é desenvolvido o conhecimento científico?	empirista
05 - Faça desenho de cientista (as) <u>em seu ambiente de trabalho?</u>	-

Os resultados foram discutidos em função das categorias assumidas (coluna 2) em conjunto com fragmentos das respostas dos estudantes, para tanto, foi desenvolvido a codificação dos nomes dos estudantes que participaram desta pesquisa, através da abreviação: *Est*, seguido do número correspondente ao questionário, nesse sentido será apresentado da seguinte forma: *Est. 1, Est. 2, Est. 3 ...Est. 19*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 apresenta as informações referentes a quantidade de respostas dos estudantes presentes em cada categoria, a quantidade de unidades de significado sinaliza aspectos que proporcionam fundamentar as categorias. Após o quadro iniciamos a discussão

Quadro 2- Questionamentos sobre as concepções da natureza do conhecimento científico

Concepção dos estudantes	Nº de unidades de significado
empirista	05
indutivista	05
positivista	02
naturalista	04
confiança na ciência	03

Concepção empirista

A análise dos resultados obtidos a partir da categoria concepção empirista, relacionada às concepções alternativas que os estudantes possuem sobre Ciência, estabelecem as seguintes visões quando perguntados sobre “o que é ciência?”,

Na minha, opinião são descobertas de um determinado assunto experimental para comprovar algo. Est.1

Ciência, na minha opinião é tudo aquilo que estuda algum experimento desconhecido e a ciência entra com a parte dela para analisar e investigar. Est. 4

Em questão similar feita aos estudantes acerca de “como é desenvolvido o conhecimento científico?” as respostas que se enquadram a categoria empirista foram

Acho que é desenvolvido por meio de pesquisas, com criações e testes. Est.2

Através de estudos do conhecimento das análises feitas, as experiências estudadas, e tudo isso vai gerando o conhecimento. Est. 4

A partir de estudos e análises sobre determinado assunto. Est. 11

Percebe-se a partir do exposto, uma aproximação com a identificação de uma visão considerada *empírico-indutivista* e *ateórica* nas falas dos estudantes, pelos argumentos de que a Ciência é meramente experimental, em que defende apenas o papel das observações, sem uma ou mais hipótese a ser considerada nas investigações científicas, em que dá suporte a todo processo construtivo. Ainda de acordo com as falas expostas anteriormente, o *Est. 4* apresenta uma percepção da ciência como sendo *exclusivamente analítica*, em que destaca o papel da análise, bem como o caráter limitado e simplificado no processo científico.

Concepção indutivista

Na análise da categoria de concepção indutivista, no tocante ao que os estudantes entendem sobre “o que é ciência?” percebe-se na fala do estudante 4 uma

ideia de que o fazer científico é uma parte de um todo, o que reforça o apelo da concepção indutivista.

[...] e a ciência entra com a parte dela para analisar e investigar. Est. 4

Dando continuidade com as análises do questionário, ao perguntar sobre o entendimento que os estudantes têm em relação à teoria científica, algumas falas chamam atenção,

Algo que é estudada para que possivelmente seja comprovada. Est. 5

É toda ideia ou observação que é estudada ou analisada, e a partir daí é provada, ou o que se procura ser encontrada. Est.6

É toda pesquisa científica feita com objetivo de provar alguma coisa, usando recursos suficientes para isso. Est. 7

Pode-se dizer que é uma afirmação! Para ser estudada e possivelmente cientificamente aprovada. Est.17

Nesse contexto, os estudantes expressaram um conceito sobre a teoria científica de modo próximo ao adequado, as afirmações indicam que uma teoria científica é resultado de métodos a serem seguidos por comunidades científicas, como sendo uma sequência de etapas percorridas até obter uma teoria científica, apesar disto, o caráter simplista das afirmações também ficam evidenciados bem como o fato de somente haver a possibilidade da comprovação científica, não discutindo a capacidade de uma teoria ser também falseada.

Concepção positivista

Analisando a categoria de concepção de ciência positivista observou-se as seguintes afirmações quando os estudantes são perguntados sobre “o que é ciência?”.

Ciência é todo tipo de pesquisa feita para conhecer ou provar algo, com base e fundamentos concretos e lógicos. Est.7

Ciência é tudo que envolve a vida, a natureza, o homem e tudo ao seu redor. As plantas, os animais, a vida marinha e também estudos realizados para melhorar nossa vida. É ciência. Est.5

Ao analisar o que foi escrito pelos estudantes observamos uma concepção estrita da ciência própria do positivismo, principalmente na fala do estudante 7 quando encontramos características que elevam a ciência ante outros conhecimentos, provando algo através do pensamento positivo. O estudante 5 elenca apenas o aspecto das ciências da natureza, implicando um reducionismo acerca da Ciência como um todo, outro ponto

que chama a atenção é a colocação da ciência que apenas é feita para melhorar a vida humana, não considerando outras finalidades em que a ciência tem sido usada trazendo malefícios a humanidade, assim notamos haver uma aproximação com a visão *empírico-indutivista e atórica*.

Concepção de ciência naturalista

A análise da categoria de concepção de ciência naturalista demonstra a crença numa ciência voltada para o estudo e interpretação dos fenômenos naturais exclusivamente, como podemos ver nas falas abaixo. Apenas o estudante 5 inclui o ser humano como participante do meio ambiente também. Apesar disso, mais uma vez notamos que os estudantes apresentam a concepção de que ciência é somente o estudo da natureza e dos fenômenos da vida, nota-se que eles não conseguem descrever a ciência como um empreendimento humano baseado em modelos, que não se necessariamente descrevem a realidade de fato, mas, que procuram aproximar-se de uma possível certeza, sendo inclusive passível de mudanças, visto que o conhecimento científico é provisório.

Ciência é aquilo que estuda os fenômenos da natureza. Est. 9

É o que estuda todo e qualquer fenômeno da natureza. Est.12

Matéria que estuda os fenômenos da natureza e os seres vivos neles contidos. Est. 11

Ciência é tudo que envolve a vida, a natureza, o homem e tudo ao seu redor. As plantas, os animais, a vida marinha e também estudos realizados para melhorar nossa vida. É ciência. Est.5

Confiança na ciência

A categoria de análise confiança na ciência traz consigo aspectos relacionados a quanto a confiança na ciência interfere nas escolhas de produtos por parte dos alunos. Quando perguntados se comprariam um produto pela falta de não haver comprovação científica, os estudantes responderam,

Não, porque para que possa usá-lo, no caso de um medicamento, ele teria que passar por testes e experimentos antes de chegar ao consumidor e com consequência sua comprovação científica. Est.1

Não, porque através dessa comprovação as pessoas ficam com o tipo mais de segurança, e esse produto tendo sua comprovação, podemos ficar tranquilos e seguros que não corremos algum risco prejudicial a nossa saúde. Est. 4

Não, pois todo produto pode ter uma comprovação científica para justificar o seu uso e explicar a sua origem, o que se chama de teoria científica. Est. 7

Ao analisar as falas dos estudantes houve consenso em todos de que não comprariam um produto sem comprovação científica, demonstrando que os alunos mesmo que não tenham um vasto conhecimento sobre a natureza da ciência dão crédito a produtos e materiais que possuam legitimidade científica, inferimos que esta concepção dos estudantes se aproxima da *visão aproblemática e ahistórica da ciência*.

Em outro momento do questionário, foi proposto aos estudantes que elaborassem um desenho em que representassem o ambiente dos cientistas em sua atividade (Figura. 1). Sendo um dos objetivos desta representação, analisar informações visuais que representem possíveis visões *'distorcidas'* sobre a atividade científica.

Figura 1- Representação dos cientistas em atividade no ambiente de trabalho desenhados pelos estudantes



A partir das representações gráficas que os estudantes elaboraram nesse momento referentes aos cientistas em atividade, percebeu-se que os 19 (100%) estudantes pesquisados, conceberam a atividade dos cientistas como sendo individualista, ou seja, sem um grupo de colaboradores que poderá dar suporte a atividade desenvolvida nas investigações científicas.

Ainda nessa perspectiva, as imagens representadas neste espaço, refletem um conjunto de visões deformadas do trabalho científico, destacando-se em sua totalidade o processo de construção da ciência como serviço de *'gênios solitários'*, isto é explicado pela apresentação visual dos mesmos caracterizados com: uma bata branca, óculos grandes, cabelos arrepiados e barba grande.

Inferimos, no entanto, que essas representações poderão estar relacionadas a convergência midiática em transmitir uma imagem ingênua e ou estereotipada difundida em filmes, propagandas televisivas, outdoors e desenhos animados, em torno do trabalho científico, como também nos livros didáticos abordados nas salas de aulas.

Nesse sentido estas visões empobrecidas promovem o desinteresse, muitas vezes a rejeição, transformando-se em obstáculo a aprendizagem (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

No entanto, o desenho elaborado pelo *Est. 1*, apresenta um caráter não *elitista*, ou seja, a inserção do gênero feminino na atividade científica, demonstrando que a ciência não apresenta o caráter meramente masculino.

Outra observação necessária neste espaço e apresentada nas imagens acima refere-se à representação feita pelo *Est. 2*, caracterizando-se um ambiente mais humanizado, a partir de elementos presentes no ambiente de trabalho do cientista, a exemplo de: cesto de lixo (situada na parte inferior esquerdo da imagem); ventilador; arranjo de flores (ao lado direito da bancada de trabalho) e iluminação no ambiente. Percebe-se que, para este estudante o ambiente de trabalho do cientista é caracterizado por elementos comuns a vida cotidiana.

No geral, porém, a partir desta representação, verifica-se deformações da atividade do cientista presentes nos seguintes elementos: *aproblemático; individualista; visão exclusivamente analítica; descontextualizada e empírico-indutivista*.

Entende-se que o processo de trabalho de mudança de concepção sobre a natureza do conhecimento científico é árduo e deve perpassar pela formação de professores, afirmamos isto por conta da identificação de concepções distorcidas em estudantes que se encontram ao final da educação básica, estando aquém do que se espera enquanto transmissão da realidade sobre o que é ciência. Desta forma é “necessário evidenciar o papel do pensamento divergente na investigação, que se concretiza em aspectos fundamentais e erradamente afastados nas abordagens empiristas, como são a criação de hipóteses e de modelos ou o próprio desenho de experiências” (PRAIA *et al.*, 2002).

Diante dos resultados descritos, percebe-se a necessidade da ruptura de um ensino meramente tradicional no campo das ciências, especificamente na Química nas escolas de ensino básico, passando a defender o ensino das ciências como uma construção de conhecimento humano ao logo da história, que contribua com a quebra de visões distorcidas da atividade científica presentes nos modelos de ensino dos professores, como também no cotidiano dos estudantes, tornando desse modo o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, coerente e representativo para toda a comunidade escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os relatos dos estudantes sobre as concepções que estes possuem sobre o conhecimento científico apontam deformações e possíveis visões simplistas na construção do conhecimento na ciência, as características mais evidenciadas sobre o trabalho científico durante os relatos descritos pelos estudantes relacionadas as concepções discutidas foram: a visão *empírico-indutivista e ateórica*, como também *exclusivamente analítica*, e uma *visão rígida, algorítmica, infalível*. Nesta análise percebe-se que 18 estudantes apresentaram uma concepção *elitista* do trabalho científico a partir do gênero masculino como construtor do conhecimento.

Assim apontamos a necessidade de inserção de episódios históricos em forma de estudos de caso e narrativas históricas nas aulas de ciências possibilitando a abertura de um espaço motivador para construção do conhecimento científico, como também estratégias didáticas direcionadas a esta temática servindo de ferramenta necessária ao entendimento do desenvolvimento de conhecimentos sobre a natureza da ciência. Salientamos também que a superação dessas concepções nesse caso específico, não perpassa pela hierarquização ou convivência de saberes, mas sim, pela mudança de concepção sobre a natureza do conhecimento científico, que se dá por mudanças de princípios epistemológicos, ontológicos e estruturas conceituais.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. **Science & Education**, v. 22, p. 2087-2107, 2013.
- AZEVEDO, N. H. A.; SCARPA, D. L. S. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais⁺(PCN⁺)**. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM)**. Vol. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2006.
- CACHAPUZ, A. GIL-PÉREZ, D; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J; VILCHES, A. (Org). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 7. ed. São Paulo.: Cortez Editora (Coleção Questões da Nossa Época)., 2003.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo, SP. Ed. Livraria da Física, 2006.

HELLER, A. **O cotidiano e a história**. 6. ed. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 2000. 176p.

HODSON, D. **Teaching and learning about science**: language, theories, methods, history, traditions and values. Sense Publishers: Rotterdam, 2008.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching**: the role of history and philosophy of science; Routledge, New York and London, 1994.

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.

ZHAO C. **Development of nanoelectrospray and application to protein research and drug discovery**. 276 f. (Dissertation) - State University of New York at Buffalo; Buffalo (NY), 2005. .

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000, 383 p.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009, 296 p.

PRAIA, J; CACHAPUZ, A; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 127 145, 2002.