

FILOSOFIA DA QUÍMICA E OS CONHECIMENTOS DISCENTES SOBRE OS MODELOS ATÔMICOS: UMA PRÁTICA DE ESTÁGIO “EM” PESQUISA

PHILOSOPHY OF CHEMISTRY AND STUDENTS’ KNOWLEDGE ABOUT ATOMIC MODELS: AN INTERNSHIP PRACTICE “IN” RESEARCH

Claudionor Renato da Silva

Docente, Doutor em Educação Escolar, Universidade Federal de Jataí, R. Riachuelo, 1530 - Samuel Graham,
Jataí - GO, 75803-025, Brasil, rclaudionor@ufj.edu.br.

Resumo

A filosofia da química (FilQ) é considerada ora como uma subárea da filosofia da ciência ora como uma subárea recente da educação química; tem o foco em promover o filosofar como recurso didático em ciências, no pensar os modelos, as teorias e as leis da química ensinada na escola. Este artigo, tem como objetivo geral apresentar a FilQ como frente metodológica da didática das ciências para o ensino-aprendizagem de química. Com metodologia da aplicação de questionário para obtenção e análise de dados, a pesquisa trata sobre os conhecimentos de estudantes da primeira série do ensino médio sobre os modelos atômicos, particularmente, de Dalton, de Thomson e de Rutherford-Bohr, durante uma prática de estágio “em” pesquisa – uma categoria para os estudos dessa área. O problema de investigação: a FilQ é reconhecida pelos estudantes ao entrar em contato com os conteúdos dos modelos atômicos nas aulas de química da primeira série do ensino médio? Os resultados indicam que os estudantes percebem a presença da filosofia nos estudos da química, mas ainda há um conflito mental (filosófico-científico-didático) na elaboração dos conceitos e futuras aplicabilidades que estarão presentes nos conteúdos de química e suas tecnologias. Como conclusão, defende-se, em especial, que a FilQ, no ensino médio, seja uma prática constante nas aulas e nas atividades laboratoriais de química visando o ensino-aprendizagem dos conceitos de química e que a FilQ se torne uma disciplina nos cursos de licenciatura ao fomentar a pesquisa de iniciação científica até a pós-graduação em programas acadêmicos e profissionais em química.

Palavras-chave: Filosofia da química. Modelos atômicos. Estágio “em” Pesquisa.

Abstract

The philosophy of chemistry (FilQ) is considered either as a sub-area of the philosophy of science or as a recent sub-area of chemical education; focuses on promoting philosophizing as a teaching resource in science, thinking about the models, theories and laws of chemistry taught at school. This article has the general objective of presenting FilQ as a methodological front for science teaching for the teaching-learning of chemistry. With a methodology of applying a questionnaire to obtain and analyze data, the research deals with the knowledge of first year high school students about atomic models, particularly Dalton, Thomson and Rutherford-Bohr, during an internship practice “in” research – a category for studies in this area. The research problem: is FilQ recognized by students when they come into contact with the contents of atomic models in chemistry classes in the first year of high school? The results indicate that students perceive the presence of philosophy in chemistry studies, but there is still a mental conflict (philosophical-scientific-didactic) in the elaboration of concepts and future applicability that will be present in chemistry content and its technologies. As a conclusion, it is argued, in particular, that FilQ, in high school, be a constant practice in chemistry classes and laboratory activities aiming at the teaching-learning of chemistry concepts and that FilQ becomes a subject in chemistry courses. degree by promoting research from scientific initiation to postgraduate studies in academic and professional programs in chemistry.

Keywords: Philosophy of chemistry. Atomic models. Internship practice “in” research.

1. INTRODUÇÃO

A filosofia da química (FilQ), em um momento, é apresentada como desdobramento da filosofia da ciência, assim como, a filosofia da biologia (Abrantes, 2018), a primeira a se desvincular da filosofia da ciência e se constituir campo independente, dada a linguagem específica dessa ciência e o fato das insuficiências dos elementos constituintes da filosofia da ciência até então construídas até Ernst Mayr. Segundo Silva et al. (2018), citando por exemplo, Schummer (2003) e Ribeiro (2014), a FilQ possui entre os seus operadores ou produtores/as de conhecimentos: filósofos, historiadores, físicos, químicos e oriundos de outras áreas afins. A FilQ possui também bases referenciais dos epistemólogos da ciência como Gaston Bachelard, Karl Popper e Thomas Kuhn, como registrou Gois & Ribeiro (2014).

Mas, há de se considerar ainda que, em outro momento, a FilQ é situada como campo emergente da educação química (Labarca, 2006; 2009; Labarca, Bejarano & Eichler, 2013; Lemes & Porto, 2013; Gois & Ribeiro, 2019; Prado & Trentin, 2020), ou seja, aquela ciência da química, ensinada na escola e que possui como operadores/as, apenas químicos, em especial, os licenciados/as ou os pesquisadores/as da área química, interessados/as nos processos e produtos escolares. É neste segundo grupo de operadores/as que estão as linhas ou frentes da escola e da formação de professores de química e, incluindo nesta acepção da educação química, a didática das ciências (Astolfi; Develay, 1990) e a didática da química (Pozo & Crespo, 2009); contudo, isso não significa que o primeiro grupo não fale de “escola” ou “educação” ou não se interesse pelos produtos educativos advindos desta relação entre filosofia, epistemologia da ciência e educação química.

Independente destas vertentes de natureza reflexiva, mas também de linha de trabalho, a FilQ vem ocupando seu espaço nos estudos sobre o ensino de química no âmbito escolar, em especial no que tange a uma das principais características desta área do conhecimento, qual seja, a dimensão dos conteúdos conceituais (Astolfi & Develay, 1990), ao lado dos conteúdos procedimentais e atitudinais, características presentes no novo ensino médio, sob a base nacional comum curricular (BNCC). Como afirma Pozo & Crespo (2009, 77), conceitos, são, “[...] como eixo central da maior parte dos currículos de ciências, não só daqueles que poderíamos chamar de tradicionais, mas, inclusive, em boa parte das propostas renovadoras mais recentes”.

A FilQ se encaixa nesta afirmativa de Pozo & Crespo (2009), pois a FilQ, é uma área recente, no ensino e na pesquisa em química, às voltas e comprometida com a melhoria do desempenho dos estudantes, uma vez que uma das grandes dificuldades nesta disciplina, por parte dos estudantes, é, de fato, o trato com os conceitos pertinentes, em especial, aos modelos,

leis e teorias desta ciência. Mas, não somente isso, os professores/as de química, na educação química, também promovem o filosofar e fazem os estudantes também filosofar ao apresentarem os modelos, as leis e as teorias químicas, o que faz da FilQ, algo muito além de apenas ensinar química na escola, como apresentam alguns autores/as como Lemes; Porto (2013), avançando a FilQ para as dimensões da formação universitária de professores/as de química, como apontam Justi & Gilbert (2002).

Na presente pesquisa, se busca, numa prática de estágio – sob a perspectiva do estágio “em” pesquisa, segundo Silva (2022) - junto a uma turma de estudantes primeiristas do ensino médio, de uma escola de tempo integral do centro-oeste brasileiro, identificar as relações entre suas aprendizagens sobre o modelo atômico e as bases da FilQ.

Estágio “em” Pesquisa (Silva, 2022), perspectiva assumida neste trabalho, define-se como:

[...] uma abordagem de estágio para licenciaturas e para a pedagogia, em particular, em que orientador(a), supervisor(a) e estagiário(a) planejam as ações estagiais de observação e regência a partir de uma problemática da *práxis*. Essa problemática praxiológica seguirá os passos da pesquisa qualitativa em educação, com metodologias e abordagens teóricas das mais diversas, das quais, a orientação para os estudos e para a pesquisa é seu construto central. O Estágio *em* Pesquisa encontra no diário de campo (DC) e no relatório técnico-científico (RTC) o *locus* de seu *status* de área do conhecimento, que se estrutura, a partir de então, ora para aplicações de metodologias da área da licenciatura ora para práticas que poderão indicar a emergência/surgimento de novas teorias ou teorizações. No Estágio *em* Pesquisa, didática/didáticas específicas e pesquisa qualitativa educacional são “entes” internos e não externos à área do estágio e, é no estágio, que se dá a produção do conhecimento em educação e uma formação professoral inovadora no campo estagial. (Silva, 2022, 27).

Uma vez definido o escopo da pesquisa e a base da concepção de estágio “em” pesquisa, coloca-se como hipótese que os estudantes, em sua grande maioria não irão conseguir alinhar os conteúdos de química aprendidos no primeiro semestre no tópico dos modelos atômicos, nem com a Filosofia, nem com a Filosofia da Química, em razão, talvez, dos apontamentos de Pozo & Crespo (2009) e Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2009).sobre algumas superações ao ensino de química, dentre elas, a superação da insuficiência dos livros didáticos junto ao formato de ensino das leis, dos modelos e das teorias em química.

É objetivo geral identificar na formação dos estudantes do ensino médio (1.^a série) seus conhecimentos de química sob uma perspectiva da FilQ - a partir dos conteúdos química geral, os conceitos envolvidos nos modelos atômicos. Especificamente, objetiva-se:

1. Conceituar o campo de estudos e pesquisas em FilQ ou a filosofia nos estudos da química;

2. Estimular o pensamento filosófico dos estudantes, no ensino-aprendizagem de química, tanto dos conteúdos quanto do exercício das práticas laboratoriais – um objetivo específico que pode ser estruturado ao longo do ensino médio na preparação para as provas do exame nacional do ensino médio, o ENEM, por exemplo.

Com Santos Filho, Barroso & Sampaio (2021) se justifica o presente estudo de pesquisa, pois segundo esses autores, a filosofia da ciência, indica que há uma grande dificuldade por parte dos estudantes entenderem os modelos, as leis e os conceitos de química, cuja raiz está na ausência da filosofia, no contato dos estudantes com o filosofar.

Envolver o ensino-aprendizagem de química com o pensamento filosófico, aproximado ao pensamento filosófico dos químicos e químicas que originaram modelos, leis, fórmulas, conceitos, teorias etc., já se provou e comprovou serem de fundamental importância para o desenvolvimento do conhecimento escolar, da ciência química (Silva et al., 2018; Santos Filho, Barroso & Sampaio, 2021).

Para atender ao problema e objetivos, geral e específicos, a metodologia utilizada é a do questionário (Vieira, 2009), como fonte de dados informativos e de análise a partir do referencial teórico da FilQ.

A partir desta Introdução, o artigo se subdivide em três subseções: a primeira, sobre os principais autores e obras sobre a FilQ; na segunda subseção, se apresenta a metodologia do questionário (Vieira, 2009), detalhando os procedimentos seguidos na pesquisa e, na última subseção, os resultados do questionário aplicado e a análise dialogada com o referencial da FilQ. Ao final, nas considerações, algumas respostas ao problema, indicações dos objetivos alcançados e algumas postulações sobre as possíveis temáticas de investigações encaminhadas a partir desse trabalho inicial sobre a FilQ.

Passa-se, agora para a seção do desenvolvimento, realizado com pesquisa de campo *online* com estudantes primeiristas do ensino médio de uma cidade do centro-oeste brasileiro.

2. FILOSOFIA DA QUÍMICA: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

A FilQ possui autores de referência; para esta pesquisa indica-se Van Brakel (1999; 2000), Mortimer (1997) e a obra, em português de Gois & Ribeiro (2019). Santos et al. detalha o surgimento da FilQ:

[...] nasce, em 1997, a filosofia da química [...] como uma subdisciplina da Filosofia das Ciências e é estabelecida a International Society for the Philosophy of Chemistry. Não obstante, salientamos que, desde o final da década de 1980, grupos constituídos por químicos, filósofos e historiadores trabalhavam regularmente nos EUA e em

diversos países europeus como parte de um processo de afirmação da Filosofia da Química como campo legítimo de investigação filosófica [...]. (Silva et al., 2018, 400).

Como se apresentou na introdução a FilQ pode ser considerada uma área da educação em química, acrescentando-se aos referenciais já elencados, para esta consideração, os seguintes autores/as: Kovac (2001); Shummer (2003); Justi (2006) e Bernal & Daza (2010).

Numa ideia mais completa, do ponto de vista histórico, pode-se dizer que a atualidade dos estudos e das práticas da FilQ são resultados diretos da preocupação com o ensino de ciências, aquelas mesmas preocupações dos pedagogos europeus, apresentados por Astolfi & Develay (1990) que a partir dos estudos piagetianos começaram a promover as atividades experimentais nas aulas de Física, Química e Biologia, trazendo a ciência pura para a linguagem escolar junto às crianças.

Contudo, o caminho está aberto, também, sobre o próprio surgimento autônomo da química, desprendendo-se da física, bem como, a impossibilidade de se sustentar as ideias e proposições da filosofia da ciência em Popper e Kuhn, para a química; pode-se afirmar que a filosofia da ciência ainda é base, sob alguns autores e obras mais específicas e aceitas na ciência química, como a epistemologia de Gaston Bachelard, em duas de suas obras, Bachelard (1996; 2009). A justificativa simples para uma FilQ é que reflexões filosóficas e conceitos da e na química só podem ser resolvidas na área, sem a física e sem a biologia o que pode ser direcionado tanto para a ciência química quanto para a educação química (dos espaços escolares).

Pode-se concluir então, que a FilQ é, portanto, o estudo da Química na escola sob um olhar específico, o olhar do filosófico, do pensamento, do raciocínio. (Justi & Gilbert, 2002; Lemes & Porto, 2013; Labarca, Bejarano & Eichler, 2013; Silva et al., 2018).

Para Justi & Gilbert (2002) citado por Lemes & Porto (2013) os estudos da FilQ estão dispostos a adentrar nos assuntos referentes aos diversos e múltiplos acontecimentos pensados e teorizados pela ciência da química, numa perspectiva de epistemologia, ou teoria do conhecimento.

Segundo Silva et al (2018), a FilQ ganha força no final dos anos 1990, quase à entrada dos anos 2000, mas, desde os anos 1980 ela vem buscando sua consolidação como campo legítimo no interior da filosofia da ciência; como dimensão de ensino, ainda é algo recente.

Na FilQ (Silva et al., 2018; Gois & Ribeiro, 2019) estão propostas ações que incentivam o raciocínio dos estudantes em compreender e aplicar as leis, os modelos e as teorias, durante a resolução dos exercícios e durante/após os experimentos laboratoriais. O objetivo final dessa

área recente dos conhecimentos educacionais em química é, sobretudo, para a educação básica, dar impulso ao desenvolvimento do raciocínio dos estudantes para aprender química.

Rozentaliski (2018) afirma que desconsiderar a filosofia na química na defesa de que a filosofia da física já é o bastante e o suficiente, permitiu um atraso muito grande ao trabalho dos químicos voltados à área da educação. A química trata de coisas mais aplicáveis, mas o pensamento reflexivo filosófico está ali; nada na química escolar exclui o pensamento e, isso, deve-se, em especial, ao grande químico francês, Lavoisier (Antoine-Laurent de Lavoisier, 1743-1794) que com os experimentos planejados para desconstruir o arcabouço do pensamento aristotélico, abriu caminhos para ampliar a base filosófica da Química, agora, como ciência.

A literatura tem sido um dos recursos utilizados na FilQ para estimular o pensamento filosófico sobre os conteúdos escolares de química, sobretudo, dos conceitos básicos da química geral. Uma dessas literaturas é a obra de Primo Levi (Levi, 1994; 2005), um químico italiano que a partir de suas obras, une a história do holocausto – contra o discurso de que nada disso existiu - com os conteúdos de química e de filosofia, o que permite aos estudantes e professores/as organizarem aulas ricas tanto em estímulo ao filosofar em química quanto à aproximação da história da química e respectivos conteúdos aliado à formação política de um período histórico que para sempre deve ser lembrado, para que nunca mais volte a acontecer.

Além da obra de Primo Levi, alguns exemplos de exercícios temático-discursivos com a filosofia da química retirados de Souza (2015).

1. A água é duas partes de hidrogênio e uma parte de oxigênio, então, se você combinasse dois galões de hidrogênio e um galão de oxigênio, você obteria um galão de água ou três galões de água?
2. Se podemos usar o conceito de átomos para dar sentido a tudo o que observamos nas reações químicas, isso significa que os átomos realmente existem ou poderiam ser apenas uma maneira fácil de pensar sobre reações, mas, caso não existam, do que as coisas realmente são feitas?
3. Se o número atômico de um elemento é igual ao número de prótons do seu núcleo e um átomo de Urânio 238 tem 92 prótons antes de experimentar uma decomposição, pois perde dois deles no experimento, podemos concluir que o átomo com apenas 90 prótons permanece Urânio ou se torna um átomo de Tório?

Depois desta breve apresentação teórica e histórica da FilQ, na seção seguinte se discorre sobre o método e os procedimentos da pesquisa que geraram este artigo.

3. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Os dados obtidos e a análise, em si, se deram com a aplicação de questionário em Vieira (2009); para a autora, há possibilidades de aplicação do método na construção das perguntas e a sua análise, uma análise a partir do referencial escolhido e desenvolvido pelo pesquisador/a aplicador/a do questionário. No caso desta pesquisa a opção é o olhar sobre o questionário aberto e fechado sob a lente da FilQ, desenvolvido durante uma aula de química da primeira série do ensino médio, em uma escola do centro-oeste brasileiro.

As perguntas fechadas (duas) foram aplicadas para um diagnóstico sobre os conhecimentos já adquiridos por uma primeira série do ensino médio, no conteúdo sobre os modelos atômicos, modelos estes que convivem entre si, nesse conteúdo de química geral e que deram origem à ciência da química.

O questionário com as duas perguntas fechadas em uma aberta foi organizado no *google forms*, servindo como diagnóstico de conhecimentos científicos adquiridos por estudantes de ensino médio que, ao final do primeiro semestre, estavam diante de conhecimentos já trabalhados, no primeiro bimestre.

As perguntas (duas fechadas e uma aberta) serão apresentadas na seção seguinte. Responderam ao questionário 30 estudantes, de uma turma de 45, mas, para a questão aberta, apenas 23 respostas.

Como já se afirmou, a análise dos dados está fundamentada em Vieira (2009) em que, segundo a autora, pela metodologia se permite a análise dos dados tendo como base o referencial teórico escolhido pelo pesquisador/a. Desta forma, os autores/as da FilQ, especialmente, Lemes & Porto (2013), Gois & Ribeiro (2014) e Silva et al. (2018) estão entre os referenciais centrais na análise realizada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira questão do formulário eletrônico na atividade de estágio “em” pesquisa (Silva, 2022) era a seguinte: “Diante dessa afirmação que abre essa atividade, você alguma vez já parou para pensar que o ensino de Química exige um certo grau de raciocínio semelhante ao exercício dos filósofos e filósofas?”

A informação que abria o formulário, preparada na prática do estágio: “A filosofia da química é uma área recente, data de 1997, e se dedica à educação química ao promover a atitude de pensar (atitude filosófica) os conteúdos de química, seja na prática de exercícios e explicações dos modelos, leis, fórmulas e teorias, seja na interpretação e explicações das experiências laboratoriais; pensar como os químicos e filósofos pensavam os fenômenos e

como pensamos hoje sobre esses mesmos fenômenos é o desafio da filosofia da química, sobretudo, quando pensamos sobre os átomos e os elementos químicos, proposta desta atividade de prática de estágio”.

Nessa primeira questão, responderam “sim”, 66,7% dos participantes (total de 30 respondentes). Apenas 33,3%, responderam “Não”.

Os 67% que identificaram uma aproximação da filosofia ou do pensamento filosófico, ou ainda, do filosofar durante as aulas e a resolução de exercícios de química, ainda são dados a nos levarem a considerar a FilQ como subárea da educação química que pode motivar os estudantes a alcançarem as habilidades requeridas pela BNCC.

De fato, os respondentes estão certos: a química exige raciocínio, exige pensar. Talvez não o pensar dos filósofos (filosofia aristotélica, mas, na base filosófica kantiana, sobretudo) e dos cientistas que pesquisam a ciência química (ciência moderna), mas é o caminho da FilQ (Lemes & Porto, 2013): filosofar modelos, filosofar sobre as teorias etc.; e, em segundo lugar, cabe à FilQ, identificar e conhecer os pensadores e os cientistas que deram suas contribuições à ciência que é transposta para a educação escolar, pela didática das ciências, como apontam Astolfi & Develay (1990) e Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2009).

A segunda pergunta fechada: “Você tem dificuldades em entender os modelos, as leis e as explicações dos conteúdos de química geral que são básicos, por exemplo, os modelos atômicos e o conceito de moléculas?”

Também foram 30 respondentes: 26,7 %, responderam “Sim”, 23,3%, responderam “Não” e 50%, responderam “às vezes e, geralmente, vou pesquisar na Internet, depois das aulas”.

A segunda questão é ainda mais desafiadora para a FilQ, uma vez que a maior parte dos respondentes encontram dificuldades com os conceitos de química que envolve pensar cientificamente, primeiro nas aulas respectivas ao tema e, depois, numa rememoração, como esta, para a atividade de estágio de um estagiário. Pozo & Crespo (2009) apresentam estas dificuldades como inerentes ao campo da química ensinada na escola.

O interessante é que há um esforço de alguns estudantes para além da aula; numa grande parcela que “às vezes” (um dos itens de resposta do formulário) encontra dificuldades com os conceitos da química. Chama atenção os 23% que afirmam não terem nenhuma dificuldade em filosofar sobre os fenômenos químicos, os conteúdos de ensino da química. As respostas desses 23% dos participantes são contempladas pelas obras de Pozo & Crespo

(2009) e Labarca (2009) em que, para estes autores, a busca pelo conceito correto e o uso da linguagem química correta deve ser o alvo dos estudantes nos seus espaços de autonomia de ensino-aprendizagem e, por outro lado, faz parte do papel do professor/a de ciências que os estudantes alcancem esses objetivos.

A FilQ pode ser um recurso para duas tomadas de decisões/metapas que se complementam: a primeira, atende os 27% que identificaram, de pronto, terem dificuldades em entender (filosofar) os conceitos químicos apresentados em aula; a segunda é permitir a pesquisa, fomentar a pesquisa pós-aula. Há um campo propício para processos de ensino e processos de pesquisa sob a FilQ pensando esse grupo, como demonstra Labarca (2009).

Na terceira e última questão, aberta, a pergunta é: “Pensando livremente e sem olhar suas anotações de aula como explicaria os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr, sabendo que cada um pensou o átomo sobre diferentes enfoques?”

Foram obtidas apenas 23 respostas dos 30 participantes. Nas respostas se identificam os respondentes das questões anteriores, sobretudo, os que apresentam dificuldades no entendimento dos conceitos dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

Dificuldades são também “esquecimentos”, como apontado pelos Participantes 1 e 11.

Não lembro muito bem de cada um. Mas sei que aprendi em um determinado momento na escola. Foi muito bem explicado, mas não guardei. Apenas lembro que cada um tem uma explicação diferente e também que cada um tem um nome. E através desses nomes, dá pra diferenciar. (Participante 1)

Não sei. (Participante 11)

Um segundo nível de respostas:

Sim, praticamente um foi a melhora do antecessor (Participante 18)

De que eles foram muito importantes para a ciência. (Participante 12)

A FilQ proporcionaria a este público, nestes dois primeiros níveis de respostas as seguintes possibilidades didáticas apontadas por Labarca (2006; 2009) e Justi (2006): aproximar estes estudantes da pesquisa, em Química, traçando, possibilidades de enxergar a Química, na sua dimensão real e de prática social (Shummer, 2003) para se chegar ao patamar inicial da dimensão epistemológica envolvendo os conteúdos de Química.

Agora, um terceiro nível de respostas:

Não sei explicar sem consultar o caderno (Participante 22)

Talvez, os respondentes que se encaminham para esta posição estejam entre aqueles da segunda questão fechada que são os alunos-pesquisadores/as, em que a aula da escola continua num outro momento, o que é estimulado, como já se apontou, para que o estudante pesquise, aprofunde conhecimentos e busque elementos adicionais à aula, ao exercício, ao experimento realizado etc. (Pozo & Crespo, 2009; Labarca, 2009).

Dos participantes respondentes, a seguir, podemos identificar a pertinência e presença do filosofar em química com lembranças pertinentes ao conteúdo estudado e que mais se aproximam da interface filosofia/educação química proposto por Mortimer (1997) e Kovac (2001), envolvendo o raciocínio prático na elaboração de argumentos dos conteúdos da Química.

Eu penso que cada um seguiu um modelo atômico parecido com o do outro; eles pegam um de exemplo e modificam encontrando coisas diferentes nessa fórmula que eles usaram. (Participante 8)

Dalton dizia que eram esferas maciças, homogêneas, invisíveis e indestrutíveis, Thomson: esfera neutra maciça, mas não homogênea. Rutherford: não é maciça, tem uma carga positiva no centro. Bohr: sistema planetário, órbitas circulam ao núcleo. (Participante 2)

Mesmo nas respostas incompletas ou fora do esperado, conceitualmente, há um esforço de pensamento, do ato filosófico sobre o conteúdo de química; uns responderam apenas ao modelo de Dalton, por exemplo, outros trouxeram uma resposta ampla (Participante 8), porém, um pouco mais elaboradas do que as muitas respostas do segundo nível, o nível em que não aparece nenhum esforço de pensar filosoficamente o conteúdo químico. A presença dos elementos conceituais sobre os modelos atômicos em química desafia os estudantes na elaboração de seus argumentos. Como aponta Labarca (2006; 2009) esse é o papel da FilQ, desafiar o pensamento.

Dalton é maciço e positivo e Thomson é positivo com negativo. (Participante 7)

Dalton achava que o átomo era invisível. (Participante 9)

A seguir as respostas mais completas, por assim dizer, dos participantes, excluindo-se aqui, como demonstrado nos procedimentos metodológicos, as repostas “prontas” da internet que no interior dos critérios da metodologia, foram excluídas da análise.

O Dalton afirma que os átomos são invisíveis, o Thomson afirma que a matéria tem cargas elétricas positivas e negativas, o mesmo tanto

e o Rutherford, afirma, que o átomo é formado por partículas positivas de prótons e partículas de nêutrons. (Participante 3)

O de Dalton parece uma bola de bilhar; do Thomsom, um pudim de passas; do Rutherford e, também do Bohr, o planetário. (Participante 5)

Dalton falava que os átomos eram uma bola indivisível e maciça. Thompson falava que os átomos eram uma bola com energia positiva e negativa. E Rutherford falava que os átomos tinham um núcleo pequeno, denso e positivo e partículas neutras e a eletrosfera que é onde os elétrons ficavam girando ao núcleo. (Participante 6)

O de Dalton fala que o átomo era formado por uma massa carregada positivamente com os elétrons distribuídos nela. O seguinte modelo foi de Rutherford no qual o átomo era constituído de um núcleo carregado positivamente. O de Thomsom é o descobridor do elétron e da relação entre a carga e a massa do elétron, antes do descobrimento do próton ou do nêutron. (Participante 17)

A FilQ está presente em todas as respostas, mas como nos níveis anteriores, há deficiências na construção conceitual. Desta forma, a FilQ é potencial no comportamento dos estudantes, estimulado pelos professores, no ensino dos modelos atômicos utilizando o tempo todo o recurso do pensar filosófico e do pensar científico conceitual da química (Labarca, 2006); a FilQ é o motor que se acredita ser um recurso importante nas aulas de química, diante, sobretudo, das dificuldades do seu ensino, apontados por Pozo & Crespo (2009), em especial, a dificuldade de pensar a partícula e as micro partículas, bem como, os modelos para leitura e interpretação dos átomos, moléculas, as ligações entre eles e as reações que ocorrem nos fenômenos naturais e nas experiências laboratoriais e, sobretudo, estas reações na explicação da ciência química.

Sendo os modelos atômicos apenas um conteúdo da química geral para a prática da FilQ em estágios (estágio “em” pesquisa) e nas ações pedagógicas de professores/as de química, no ensino médio, a metodologia da FilQ é e pode ser expandida para todos os conteúdos de química, incluindo as práticas laboratoriais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das conclusões finais da pesquisa (produto do estágio “em” pesquisa) é que os estudantes percebem a presença da filosofia na ciência da química e, portanto, não é em nada descartável, como pode parecer, a princípio, utilizar a FilQ nas aulas de química, seja na educação básica, especificamente, o ensino médio, seja na universidade, tornando a FilQ um

componente formativo em cursos de bacharelado e de licenciatura e, na particularidade das licenciaturas, no estágio supervisionado, considerado neste trabalho sob a categoria estágio “em” pesquisa.

Ao perceberem a presença da filosofia da química na prática de ensino-aprendizagem, os estudantes estarão a desenvolver, grande parte – senão toda parte – das habilidades apresentadas na BNCC do novo ensino médio, para a área de ciências e suas tecnologias.

A hipótese construída no início desta pesquisa, no formato de estágio “em” pesquisa, que originou o artigo continua como uma problemática a ser investigada: poucos estudantes alinham os conteúdos dos modelos atômicos à filosofia e à FilQ o que é um estímulo à prática docente e, em especial, àquele grupo, encontrado entre os participantes, que buscam aprofundamentos nos estudos, para além das aulas, o que contribui para a produção de argumentos conceituais nas aulas de química.

Sobre os objetivos, estes foram alcançados, para fins deste artigo, resultante do estágio, mas, não se esgotam, de forma alguma, exigindo continuidades com outros conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais da química geral ou orgânica que exigem, num primeiro olhar distante, um domínio de abstrações para entender os modelos, as leis e as teorias que subsidiam estes conteúdos na disciplina escolar de química; os objetivos alcançados, portanto, foram: apresentar, conceituar, aos primeiristas do ensino médio, a dimensão da FilQ na aplicação a um conteúdo dado no primeiro bimestre, envolvendo os modelos atômicos.

Ainda em relação aos objetivos alcançados foi possível identificar na formação dos estudantes do ensino médio (1.^a série) seus conhecimentos de química sob uma perspectiva da FilQ - a partir dos conteúdos básicos de química geral e, especificamente, os conceitos envolvidos nos modelos atômicos. Após o diagnóstico é possível também prever, na continuação da prática do estágio “em” pesquisa, algumas metodologias que estimulem o pensamento filosófico e demonstrem, que no ensino de química, a filosofia está na explicação das teorias, na resolução dos exercícios e nas práticas laboratoriais e, sobretudo, está atrelada nas habilidades requeridas na BNCC.

Encaminha-se, então, que a FilQ seja incentivada em projetos das aulas laboratoriais de química e apoios ao ensino da parte teórica e resolução de problemas em química, em especial, começando, na graduação, em projetos de estágio “em” pesquisa, na teorização construída por Silva (2022). Do mesmo modo, que os cursos de bacharelado e licenciatura invistam neste recente campo, como forma de manter a base filosófica na formação do pesquisador/a e do

professor/a que irão trabalhar na área da química e que irão lidar, sempre, com a filosofia presente na ciência da química.

REFERÊNCIAS

- Abrantes, P. C. C. (2018). *Filosofia da Biologia*. 2.a ed. Seropédica, Rio de Janeiro: Editora do PPGFIL-UFRRJ.
- Astolfi, J.P. , & Develay, M. (1990). *A didática das ciências*. Campinas, SP. Editora Papirus.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Contraponto: Rio de Janeiro.
- Bachelard, G. (2009). *O pluralismo coerente da química moderna*. Contraponto: Rio de Janeiro.
- Bernal, A. , & Daza, E. (2010). On the Epistemological and Ontological Status of Chemical Relations. *HYLE*, 16(2), 80-103.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. C. A. (2009). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Gois, J., & Ribeiro, M. A. P. (Orgs.). (2019). *Filosofia da Química no Brasil*. Porto Alegre, RS: Editora Fi.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Philosophy of chemistry in university chemical education: the case of models and modelling. *Foundations of Chemistry*, 4, 213–240.
- Kovac, J. (2001). Gifts and Commodities in Chemistry. *HYLE* , 7(2), 141-153.
- Labarca, M. (2006). La filosofía de la química y su impacto en la educación en química. *Educación en la química*, 12(2), 57-106.
- Labarca, M. (2009). Acerca de la naturaleza de la química: algunos comentarios. *Educación en la química*, 15 (2), 77-158.
- Labarca, M., Bejarano, N. & Eichler, M. L. (2013). Química e filosofia: Rumo a uma frutífera colaboração. *Química Nova*, 36(8), 1256–1266.
- Lemes, A. F. G. , & Porto, P. A. (2013). Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 121–147
- Levi, P. (1994). *A tabela periódica*. Relume Dumará: Rio de Janeiro.
- Levi, P. (2005). *71 contos de Primo Levi*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Mortimer, E. F. (1997). Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20 (2), 200-207.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009) . *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Prado, L. , & Trentin, L. M. (2020). História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Química: analisando dez anos de trabalhos acadêmicos científicos e sua usabilidade no ensino básico. *História da Ciência e do Ensino*, 22, 3-28.

Ribeiro, M. A. P. (2014). *Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores de química*. Contribuição para uma filosofia do ensino de química. Tese de doutorado, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Rozentalski, E. F. (2018). *Indo além da natureza da ciência: o filosofar sobre a química por meio da ética química*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Santos Filho, A. P. A. , Barroso, M. C. S. & De Goes Sampaio, C. G. (2021). História da química: uma análise sobre a presença do conteúdo nos PNLDs de 2015 e 2018. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 10 (2), 347-364.

Souza, J. R. T. (2015). *Prática Pedagógica em Química*. Oficinas Pedagógicas Para o Ensino de Química. Belém, PA: EditAedi.

Schummer, J. (2003). The Philosophy of chemistry. *Endeavour*, 27(1), 37-41.

Silva, L. B. , et al. (2018). A filosofia da ciência e a filosofia da Química: uma perspectiva contemporânea. *Revista Ideação*, Edição Especial, 393-423.

Silva, C.R. (2022). *Estágio “em” pesquisa*. Uma contribuição inacabada para licenciaturas. Goiânia, Goiás: Alta Performance.

Van Brakel, J. (1999). On the neglect of the philosophy of Chemistry. *Foundations of Chemistry*, 1(2), 111–174.

Van Brakel, J. (2000). *Philosophy of Chemistry: between the manifest and the scientific image*. Leuven: Leuven University Press.

Vieira, S. (2009). *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas.