

Contribuições da Abordagem Contextualista sobre Eletricidade e Estrutura da Matéria para a Formação Inicial de Professores

Nirly Araujo dos Reis (IC)^{1*}, Maria Elane Mendonça Santos (IC)¹, Erivanildo Lopes da Silva (PQ)¹. *nirly-reis@hotmail.com

¹ Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Química do Campus Itabaiana (DQCI).

Palavras-Chave: Formação de professores, eletricidade e estrutura da matéria.

RESUMO: História e Filosofia das Ciências (HFC) destacam-se como uma alternativa pedagógica a ser problematizada no ensino de Ciências, em contrapartida ao atual ensino tecnicista. No entanto, abordagens deste tipo ainda são muito pouco discutidas nos cursos de formação de professores. Este trabalho buscou realizar uma pesquisa bibliográfica acerca das contribuições da eletricidade para o desenvolvimento da estrutura da matéria e como as discussões de tais episódios contribuem para a formação dos professores. Os resultados apontam uma melhor compreensão da epistemologia da Ciência por parte dos futuros professores em relação às contribuições dos fenômenos elétricos para os estudos da estrutura da matéria.

INTRODUÇÃO

Discussões sobre História e Filosofia das Ciências (HFC) destacam-se como uma alternativa para o Ensino de Ciências tanto na construção da identidade docente quanto na abordagem do conhecimento científico. A HFC não responde a todos os problemas do Ensino de Ciências, mas pode contribuir para torná-lo mais desafiador e reflexivo. Neste sentido a abordagem contextualista, defendida por Matthews (1995) se configura como uma forte aliada na melhoria da qualidade do ensino tendo em vista a humanização da ciência com contribuições do ponto de vista social, epistemológico e histórico. A incorporação desta abordagem permite um ensino de Ciências voltado para o desenvolvimento de competências, as quais possibilitam compreender o contexto social da época, os obstáculos e as dificuldades dos cientistas a fim de se estabelecer um conhecimento científico (MARTINS, 2006). No entanto, este tipo de abordagem no ensino universitário é rara, sendo esta perspectiva também importante nessa faixa de formação, sobretudo no ensino de Química.

A abordagem contextualista proposta por Matthews (1995) defende um novo princípio na área de ensino, que busque uma visão mais elaborada em conceber a Ciência. Para isso, é importante que tanto os livros didáticos, quanto os cursos de formação de professores apresentem informações de maneira histórica, uma vez que, para muitos, os cientistas são vistos como heróis imutáveis e as controvérsias e episódios históricos deixados de lado. Abordagens que não levam em consideração o contexto histórico enfocam apenas as descobertas que ocorreram de “forma correta” na ciência, no entanto, por trás de cada descoberta existiu inúmeros debates até chegar ao que se sabe hoje. Neste âmbito, a visão contextual propõe um estudo sobre o “fazer ciência” e suas implicações na sociedade colocando em evidência os debates, controvérsias e rupturas que ocorrem na Ciência. Discussões como estas, estão associadas ao desenvolvimento de cognição dos alunos, em que a HC pode atuar semelhante a um monólogo, o qual traz sua própria fala (MATTHEWS, 1995; SILVA, 2014).

Vislumbra-se então, grandes contribuições da abordagem contextualista no ensino universitário, sobretudo na formação dos professores e para o entendimento sobre a estrutura da matéria, pois se trata de um conceito base na Química e entender o contexto histórico sobre o qual ocorreram tais descobertas significa formar alunos mais críticos e com maior autonomia intelectual.

No Ensino médio e em muitos cursos de formação de professores de Química, o estudo sobre o átomo é visto de forma distante do mundo do aluno, como uma temática bastante abstrata (FRANÇA, MARCONDES e CARMO, 2009). Este conteúdo, muitas vezes é trabalhado de maneira linear, como verdade incontestável e geralmente é apresentado juntamente com os modelos atômicos, sem levar em conta os episódios e controvérsias ocorridos e o que antecedeu até se chegar ao que se sabe hoje. A maioria dos livros didáticos extingue o contexto do surgimento da estrutura da matéria e a eletricidade é vista fora desse âmbito. Na verdade, discussões a respeito da eletricidade são geralmente incluídas apenas em cursos de formação em Física. Mas, se a eletricidade é de fundamental importância no contexto da construção histórica da estrutura da matéria, por que então há poucos estudos e poucos materiais a respeito dessa temática?

Com intuito de tentar promover uma abordagem contextual na graduação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor Alberto Carvalho, Itabaiana-SE, buscou-se realizar discussões nessa perspectiva, tratando dos estudos sobre eletricidade e estrutura da matéria. A necessidade dessa abordagem surgiu a partir de um curso preparatório¹, para iniciantes, onde se discutia sobre a estrutura da matéria, e verificou-se na ocasião que parte dos estudantes tinha dificuldades em conceber epistemologicamente os estudos sobre o átomo.

Diante desse contexto e de experiências vivenciadas sobre a abordagem de conceitos sobre estrutura da matéria buscou-se realizar um estudo em bases históricas acerca da importância da eletricidade na construção da estrutura da matéria em meio às controvérsias históricas que ocorrem na construção do conhecimento científico.

Além de oferecer subsídios sobre como a eletricidade colaborou para o desenvolvimento da estrutura atômica, aspecto significativo não só para a História da Química, mas sem dúvida para a História de toda a Ciência, o trabalho apresenta o resultado de uma investigação sobre as contribuições desses episódios históricos na aprendizagem conceitual sobre estrutura da matéria de licenciandos do curso de Química.

METODOLOGIA

¹ O curso preparatório é um curso de nivelamento para alunos ingressantes dos cursos de exatas do Campus Professor Alberto Carvalho, o qual tem o objetivo de propiciar o aprofundamento dos conhecimentos de Química aos alunos ingressantes dos cursos de Química, Física e Matemática, além de estimular ao licenciando ministrante o desenvolvimento de atividades relacionadas a prática docente durante sua formação acadêmica

Como primeira etapa do trabalho foi feito um levantamento bibliográfico em fontes secundárias (artigos científicos) acerca da contribuição da eletricidade na construção histórica da estrutura da matéria, ao passo que se busca discussões sobre os debates e controvérsias envolvidas nesses conceitos (SÁ-SILVA, ALMEIDA E GUINDANI, 2009).

Para investigação dos episódios históricos foi realizado uma pesquisa bibliográfica, como se pode verificar no esquema representativo do percurso metodológico que consta na figura 1. Foi adotado como recurso da pesquisa “sites” de busca especializada, principalmente o banco de dados do Google acadêmico, fazendo o uso das seguintes palavras chaves: eletricidade, estrutura da matéria e ampola de Crookes, em que foram encontrados artigos científicos e documentários que deram suporte à primeira etapa da elaboração do trabalho.

Após a pesquisa bibliográfica foi solicitado a licenciandos do sexto período (o pré-requisito para a pesquisa eram estudantes que já tivessem estudado conceitos de estrutura atômica e conhecessem mapas conceituais), do Curso de Química da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor Alberto Carvalho que participassem voluntariamente da coleta de dados deste estudo. Conseguiu-se assim, nove participantes, os quais já conheciam a abordagem de mapas conceituais, mas não tinham, até então, contato direto com abordagens acerca da História da Ciência, no curso. Vale ressaltar que História e Epistemologia da Química neste *Campus* não é disciplina obrigatória e os participantes da pesquisa não a tinham cursado.

Inicialmente foi aplicado questionário prévio com os nove participantes, com o objetivo de conhecer algumas de suas ideias prévias a respeito do desenvolvimento da estrutura da matéria. Para o questionário, foi feito anteriormente a sua aplicação, uma validação interna acerca das questões a serem respondidas pelos alunos. Após a validação o questionário sofreu alterações e assim foi aplicado aos licenciandos.

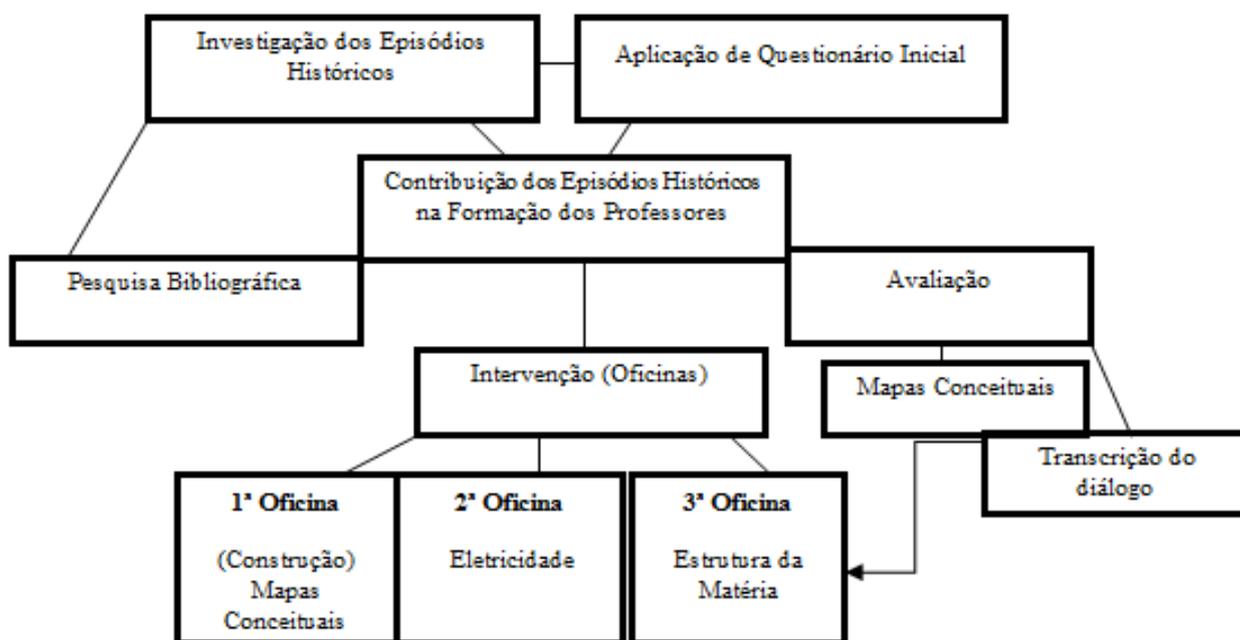


Figura 1: Esquema metodológico da pesquisa.

As intervenções iniciam-se com uma oficina a título de revisão, com o trato de mapas conceituais utilizando o programa disponível na rede de computadores, Cmap Tools. Justifica-se essa abordagem inicial devido os mapas assumirem o ‘status’ de

instrumento organizador das ideias dos estudantes, ao final de cada uma das oficinas. Após essa etapa, buscou-se discutir os episódios históricos visando discutir as contribuições do desenvolvimento da eletricidade para a construção histórica da estrutura da matéria. Foram utilizados para promover a discussão, textos, experimentos com bases históricas e vídeos documentários. Ao final da intervenção, os alunos construíram coletivamente dois mapas conceituais, um referente à oficina sobre eletricidade e outro sobre os episódios históricos discutidos na oficina sobre estrutura da matéria.

Neste processo, os mapas conceituais foram importantes ferramentas organizadoras do conhecimento dos alunos, pois contribuíram na discussão realizada pelos licenciandos. A intervenção, na forma de oficinas, foi devidamente gravada e transcrita. Nesse estudo os alunos serão identificados por abreviações (A1, A2...) e o pesquisador por abreviação (P.).

Os dados coletados através das falas e discussões entre os licenciandos foram analisados de maneira a perceber a evolução conceitual dos discentes em formação inicial a respeito dos fenômenos discutidos e como a discussão dos episódios históricos contribuíram para a sua formação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Pesquisa Bibliográfica**

Primeiras ideias sobre eletricidade e estrutura da matéria

Pela pesquisa bibliográfica, não foram encontrados muitos trabalhos acerca do desenvolvimento histórico da estrutura da matéria e sua relação com eletricidade. Nessa etapa, o artigo intitulado “*A Eletricidade e a Química*” publicado na Revista Química Nova na Escola foi imprescindível para a pesquisa por que traz uma discussão sobre os episódios históricos da eletricidade, mas apenas o trabalho “*Joseph John Thomson, as descargas em gases e a descoberta do electrão*”, escrito por uma pesquisadora portuguesa e o “*A eterna busca do indivisível: Do átomo filosófico aos quarks e léptons*”, discutem mesmo que de forma indireta, o desenvolvimento da estrutura da matéria.

Os estudos dos fenômenos elétricos foram fundamentais para a descoberta estrutura da matéria, esses debates inclui uma discussão entre dois eixos aparentemente distintos, a eletricidade e os átomos, os quais se entrelaçam em um determinado contexto histórico. Os estudos sobre a natureza da matéria foram intensificados durante o século XIX e impulsionados pela descoberta da natureza dos fenômenos elétricos, os quais contribuíram para desenvolvimento e consolidação da teoria atômica (OKI, 2000).

A eletricidade é sem dúvida, um dos fenômenos mais extraordinários da natureza e tem influência direta na vida cotidiana ao ponto de não se imaginar sem essa fonte de energia, mas até se chegar ao que se conhece hoje houve uma grande trajetória histórica e revolução elétrica. As primeiras ideias sobre eletricidade surgiram já na Grécia antiga, quando os gregos atritavam o âmbar para obter pequenos choques.

O âmbar, por sua vez, é chamado de “*elektron*” em grego e “*electrum*” em latim, logo, todas as substâncias que apresentassem propriedades semelhantes a este material foram chamadas por Willian Gilbert de elétricas (FEIJÓ Jr, 2008). Séculos

depois, em um contexto histórico em que se desenvolvia o iluminismo, a eletricidade ainda era vista apenas como entretenimento de pessoas, no entanto, essa visão começou a mudar ao se intensificar as pesquisas a respeito destes fenômenos.

Paralelo ao início do surgimento dos fenômenos elétricos, também se desenvolvia algumas ideias filosóficas a respeito dos constituintes da matéria. Neste mesmo século (XVI), Aristóteles, filósofo grego, era contra algumas ideias propostas por alguns pensadores, os quais defendiam ideias atomistas. Para Aristóteles a matéria não era formada por átomos (menor unidade), esse pensamento foi prevaletido entre diversos cientistas da época (FILGUEIRAS, 2004). Percebe-se desta forma, que o desenvolvimento da eletricidade estava inicialmente atrelado a uma inexistência dos átomos.

Buscando acumular eletricidade para seus experimentos, o físico e alemão, Oton Von Guericke (1602-1686) no século XVII construiu uma esfera de enxofre, a qual ligou um suporte de madeira que permitia girá-la com uma mão e atritá-la com outra. Fazendo isso, Guericke percebeu que a esfera possuía propriedades semelhantes ao âmbar, pois podia atrair alguns objetos e emitir eletricidade ao serem colocadas frente a alguns materiais, assim pode-se dizer que Oton descobriu a primeira máquina eletrostática da história (FEIJÓ Jr, 2008). Nessa época Robert Boyle (1627-1691), filósofo natural, químico e físico já falava sobre partículas e ao contrário do que acreditava Aristóteles, defendeu a ideia da existência de unidades fundamentais da matéria, as quais podiam se combinar formando outras substâncias (FILGUEIRAS, 2004). O filósofo natural propôs três níveis para explicar tais partículas invisíveis, *prima naturalia* (constituintes firmes e resistentes em soluções), corpúsculos secundários (aglomerados responsáveis por características dos materiais) e substâncias compostas (compostos recombináveis) (FREZZATTI, 2005). Começava assim, ao mesmo tempo em que a eletricidade se desenvolvia, uma das primeiras ideias mais próximas da existência dos átomos como constituintes da matéria.

Fenômenos como a esfera de Guericke influenciava bastante o pensamento das pessoas da época, experimentos como esses, por mais simples que fossem eram vistos como obras do Todo Poderoso, algo sem explicação. No século seguinte, Stephen Gray (1666-1736), físico, astrônomo e tintureiro, em seus estudos, conseguiu distinguir as substâncias em isolantes e condutoras, algumas como as folhas de ouro e os metais conseguiam conduzir eletricidade, já outras, não permitiam a sua passagem, a exemplo da seda.

Diversos estudos iam sendo realizados em todo mundo, experiências fascinantes iam surgindo, no entanto, os cientistas sentiam-se frustrados por não conseguirem armazenar o deslumbrante “poder elétrico” para posteriores experimentos. Diante desse contexto, ainda no século XVIII, surge um instrumento com o intuito de armazenar o fluído elétrico, a garrafa de Leyden, os cientistas acreditavam que a eletricidade pudesse ser armazenada da mesma forma como se armazena água em uma garrafa, a garrafa de Leyden era na verdade, uma espécie de um capacitor primitivo (OKI, 2000). Ao passo que a eletricidade se desenvolvia de forma avassaladora, as ideias a respeito da estrutura da matéria continuavam na existência de partículas até então indivisíveis, ainda existiam apenas discussões sobre corpúsculos os quais faziam parte dos elementos (FILGUEIRAS, 2004).

Em meados do século XVIII, os fenômenos elétricos se desenvolviam atrelados aos estudos de um médico conservador, Luigi Galvani (1737-1798). O médico e professor de Anatomia da Universidade de Bolonha foi um defensor da eletricidade animal, advinda dos seres vivos. Em seus estudos observou que ao aplicar descargas elétricas em rãs dessecadas ocorria uma contração dos seus músculos, então ele

entendeu este resultado como eletricidade advinda dos tecidos do animal morto (OKI, 2000). Essas pesquisas influenciaram outras ideias, como os estudos realizados por Alessandro Volta (1745-1827), físico da Universidade de Pavia. Volta era o oposto de Galvani, bastante racional ele percebeu que o que gerava a eletricidade era o contato entre metais diferentes e a eletricidade externa a qual foi submetida o animal (OKI, 2000; JESUS e MENEZES, 2012). Um grande debate se estabeleceu entre esses dois cientistas finalizado com a divulgação de um empilhamento alternado de metais embebidos com uma solução ácida criado por Volta, era o surgimento da primeira pilha. Esta descoberta tornou Volta famoso em todo o mundo, já Galvani, morreu século depois pobre e triste, após ser demitido da Universidade onde trabalhava.

Após o surgimento da pilha elétrica, a eletricidade continuava a se desenvolver e inúmeras outras descobertas permitiam o futuro estabelecimento da estrutura atômica. Os séculos XVII e XVIII ficaram marcados como a era da racionalidade, sobretudo, da indústria e da ciência que se desenvolvia de forma fantástica, atrelados aos pioneiros da História elétrica. Nesta época, os experimentos de Michael Faraday expandiam e os estudos sobre descargas em gases interessavam bastante os cientistas, que por sua vez, já trabalhavam com gases. Faraday, entre outros, percebeu que essas descargas elétricas eram favorecidas pela falta de ar, o vácuo (RUIVO, 2010), além de também impulsionar os estudos sobre eletroquímica. Apesar de no século XVI Boyle já falar sobre partículas, estas experiências demarcam o início dos estudos de eletricidade em nível submicroscópico e antecedem as etapas para descoberta dos átomos e elétrons.

Os cientistas da época ainda não sabiam de que era formada a eletricidade e a sua natureza ainda continuava sem explicação, não conseguiam entender o que criava as correntes e cargas elétricas, isto ainda era um verdadeiro mistério. Para Oki (2000) a compreensão da natureza da matéria começou a se ampliar com os estudos da eletricidade, permitindo um grande avanço na Química. A estrutura da matéria passou a ser compreendida a partir do desenvolvimento da eletricidade e o entendimento da estrutura atômica foi fundamental para a explicação dos fenômenos elétricos, os quais foram bases imprescindíveis até se chegar ao que se sabe hoje.

Diversos cientistas estudaram tubos parcialmente evacuados, uma vez que não conseguiam obter um tubo totalmente sem ar. Nessa época, os estudos sobre os gases estavam bastante acirrados, segundo Filgueiras (2004) a palavra átomo foi citada por Dalton no início do século XIX para representar os gases (átomos) da atmosfera, seus estudos tratava sobre volumes, pesos e combinação dos gases.

As experiências com descargas em gases começaram a se destacar quando se percebeu que tubos criados por um soprador de vidros, Heinrich Geissler, podia ser a chance para se entender a natureza do fluido elétrico. Surgia a seguinte questão “Será que o fluido elétrico consegue atravessar o vácuo?” Um químico cientista e espiritualista, conhecido como Crookes, famoso no campo científico por descobrir o tálio e o radiômetro, no campo mediúnico e no espiritismo por desenvolver fenômenos sobre a materialização de espíritos. Crookes utilizou um tubo de Geissler e conseguiu extrair uma grande quantidade de ar deles, próxima do vácuo, a fim de responder ao persistente “problema do fluido elétrico”. Ele obteve tanto domínio nessas experiências que esses tubos a vácuo são comumente chamado de ‘ampola de Crookes’ (SERRA, 2008). Com uma vida científica bastante ativa, Crookes, ao passar uma corrente elétrica pela ampola, percebeu uma luminosidade em uma de suas extremidades, como se um feixe incidisse pelo tubo e atingisse o outro lado da ampola de vidro (CARUSO e OGURI, 1996). Mas tarde, essa radiação tornou-se por ele conhecida como raios catódicos, pois se descobriu que esse feixe de luz se originava no eletrodo

negativo, o catodo. Estes experimentos desenvolvidos por Crookes abriram portas para os posteriores estudos realizados por Thomson, o qual se debruçou nas experiências com os raios catódicos.

Ainda no século XIX o físico britânico J. J Thomson (1856-1940), no laboratório Cavendish, trabalhou com vários outros cientistas, alguns dos quais foram até seus alunos como E. Rutherford, Aston, entre outros. Trabalhando neste laboratório, o qual chegou a dirigi-lo, Thomson percebeu que os raios catódicos nas descargas em gases nos tubos de vidro a vácuo, até então bastante estudados por Crookes e colaboradores, eram formados por partículas pequenas com cargas negativas, pois um eletrodo metálico exposto aos raios catódicos tornava-se eletrizado negativamente, como eram feixes portadores de eletricidade, os raios catódicos ficaram conhecidos como elétrons (SERRA, 2008). Após Thomson conseguir medir a razão carga/massa do elétron pelo desvio sofrido por essas partículas frente a um campo elétrico ele percebeu que os elétrons eram constituintes universais da matéria.

Somente por volta do século XX, após a descoberta do elétron por Thomson que os cientistas finalmente entenderiam a natureza da eletricidade e a composição dos átomos em um contexto da eletricidade agora em escala atômica, eles também já citavam o átomo para explicar determinados fenômenos. A descoberta do átomo ajudaria a descobrir características curiosas e descobertas importantes a respeito da eletricidade. Entender a estrutura atômica significava compreender os espetáculos de luz da natureza, assim como os tubos de Geissler e de Crookes. Desta forma, torna-se evidente a permanência do surgimento da eletricidade no contexto do desenvolvimento da estrutura da matéria, sobretudo, dos estudos de Crookes, imprescindível para a descoberta dos elétrons por Thomson e da estrutura atômica, considerados como chave no entendimento da natureza da eletricidade. A descoberta da estrutura da matéria também permitiu ideias mais completas acerca de materiais condutores e isolantes, uma vez que já se conseguiam explicar o fluxo de elétrons e isso causou um grande impacto nas indústrias eletrônicas e no mundo moderno.

• **Aplicação dos Episódios Históricos**

Os dados dessa etapa da pesquisa resultaram da análise do questionário inicial para conhecimento das concepções prévias dos alunos, da transcrição do diálogo (Quadro 1 e 2) ocorrido durante a aplicação das oficinas e dos mapas conceituais realizados pelos alunos.

As informações contidas no questionário prévio foram elaboradas em níveis conceituais e fenomenológicos em torno do desenvolvimento histórico da estrutura da matéria e sua relação com a eletricidade. Diz-se fenomenológico, do ponto de vista de entender o fenômeno proposto pela questão e construir uma resposta com bases nos resultados experimentais fornecidos.

A análise dos questionários prévios permitiu perceber que a maioria dos licenciandos, mesmo já estudado conceitos a respeito da estrutura da matéria, não discute com bases no seu contexto histórico, muito menos a relacionam com a eletricidade. Pode-se destacar também, que os discentes não concebem os raios catódicos, os quais são comumente estudados ao discutir conteúdos sobre estrutura atômica, 71% dos discentes afirmaram conhecer os raios, mas não conseguem defini-los ou falar sobre eles. Em relação ao tubo de Crookes, nenhum estudante mencionou ter conhecimento do mesmo, fato que talvez tenha impulsionado, em outra questão, uma não relação do tubo de Crookes com o desenvolvimento da eletricidade e estrutura da matéria. Cerca de 29% dos alunos conseguiram chegar a uma boa

explicação dos resultados obtidos por Crookes quando foi apresentado seus resultados experimentais, no entanto, tiveram dificuldades em correlacionar sua descoberta com a estrutura da matéria.

Com este resultado foi possível uma análise prévia em relação aos conhecimentos científicos (relação entre eletricidade e estrutura da matéria, os raios catódicos, o modelo de fluxo de elétrons) já formados pelos alunos em formação inicial, além de ajudar a definir e impulsionar uma rota conceitual sobre aspectos gerais. As intervenções procuraram discutir a construção de tais conceitos levando em consideração o contexto histórico em que ocorreram as descobertas. Os resultados (Figuras 2 e 3) indicam que grande parte dos estudantes foram capazes de aperfeiçoar alguns conceitos ao lidar com questões a respeito da eletricidade e estrutura da matéria.

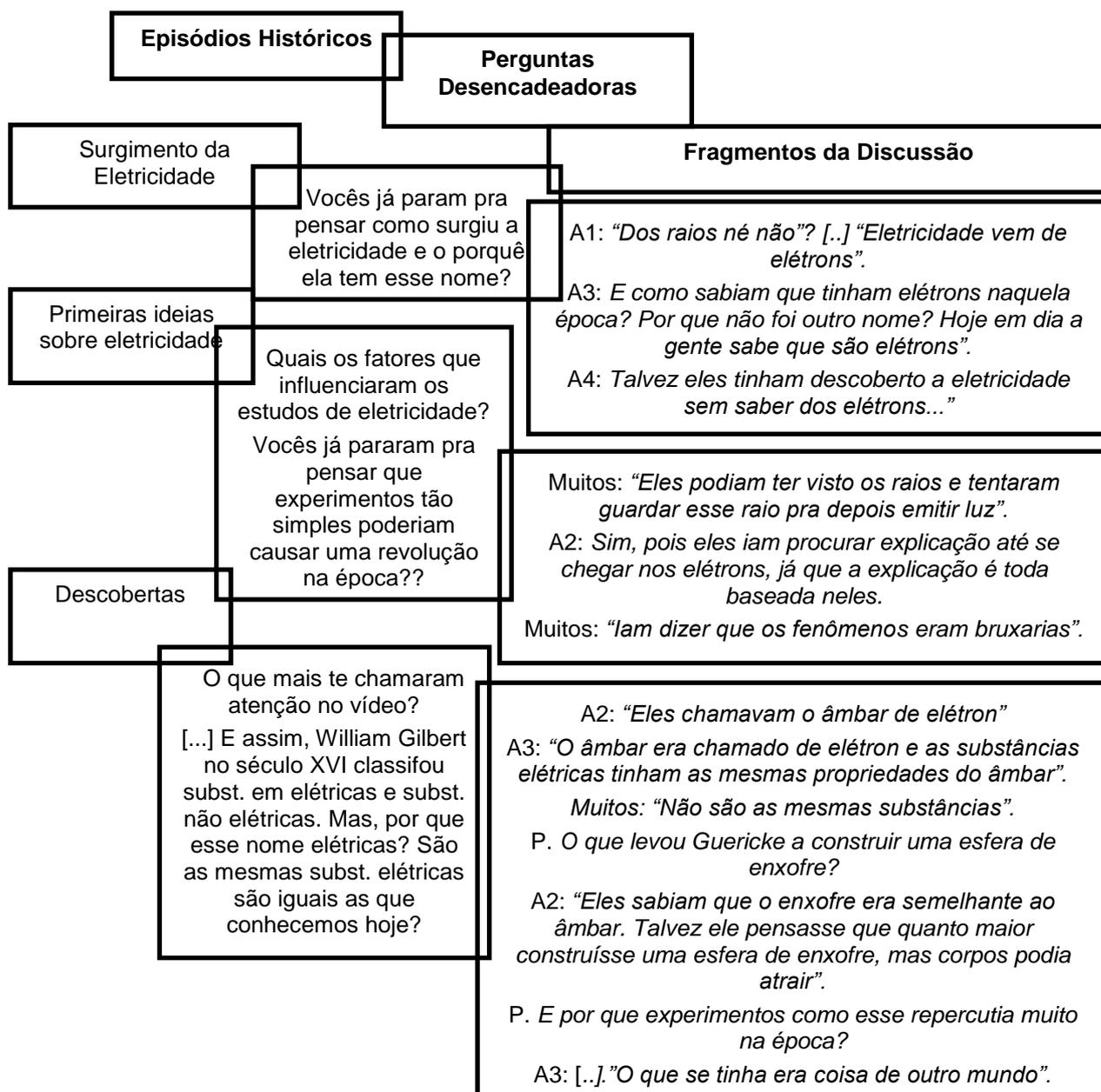


Figura 2: Fragmentos da discussão dos episódios históricos em torno dos fenômenos elétricos.

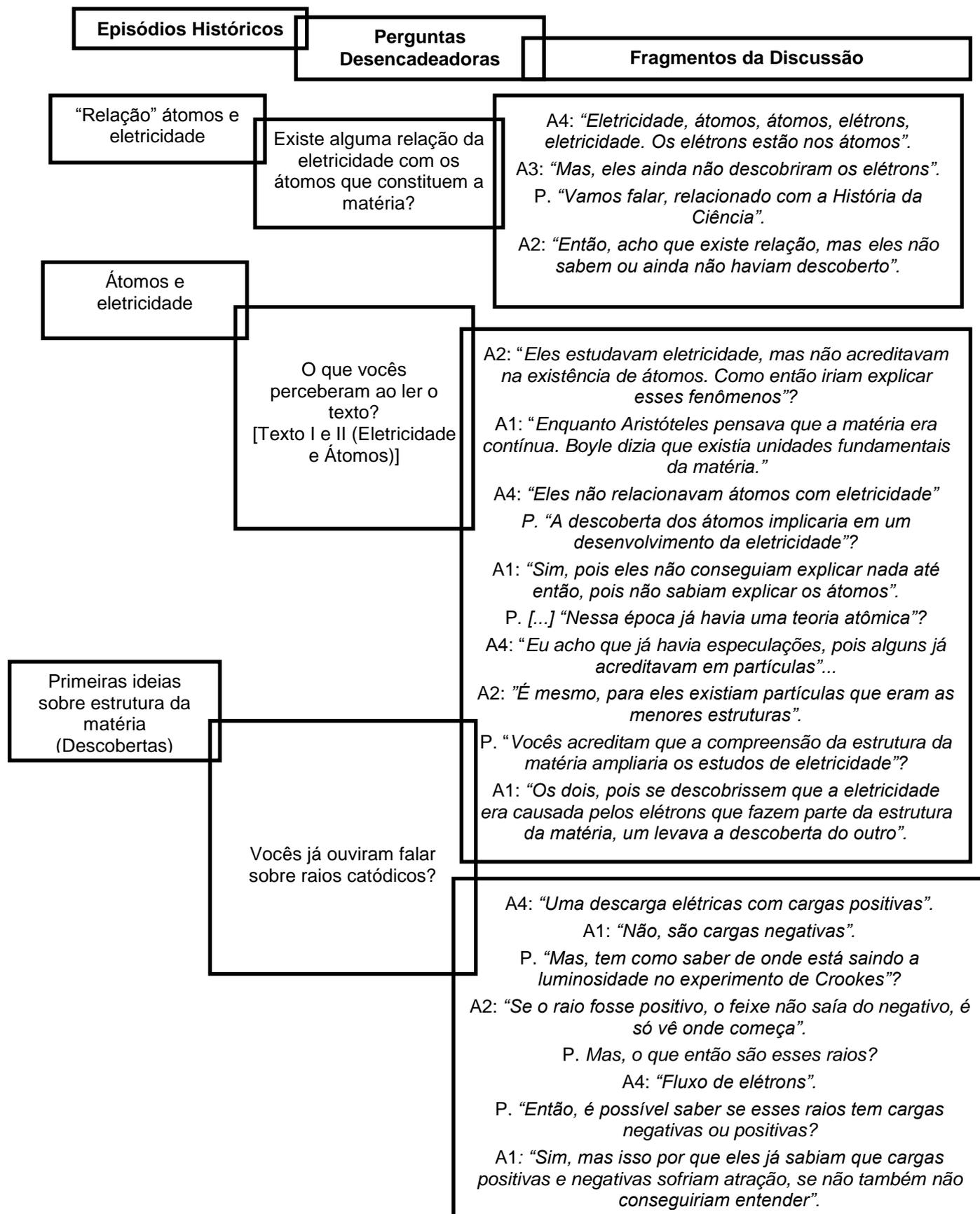


Figura 3: Fragmentos da discussão dos episódios históricos em torno da estrutura da matéria.

Com base nos fragmentos da discussão (Figura 2) nota-se em alguns trechos que o contexto histórico em torno da eletricidade veio a contribuir na aprendizagem dos futuros docentes, pois ver-se nas falas um caminho que parte inicialmente da dúvida na descoberta dos elétrons ao desenvolvimento da eletricidade. De fato, logo no início alguns alunos acreditavam na descoberta dos elétrons paralela ao desenvolvimento da eletricidade, surge assim um impasse a respeito de qual descoberta ocorreu primeiro, os elétrons ou a eletricidade, no decorrer das oficinas os discentes percebem que os fenômenos elétricos se desenvolviam sem saber da existência dos elétrons. Além dos subsídios fornecidos pelas atividades realizadas nas oficinas, as perguntas desencadeadoras realizadas pelo pesquisador levam a uma nova etapa de raciocínio que leva em conta a epistemologia do conhecimento, permitindo desta maneira, uma evolução nas respostas dos alunos.

Já na análise da Figura 3, cabe destacar que a intervenção de alguns licenciandos na discussão entre os alunos conseguiram em vários momentos mudar a ideia a respeito de um determinado conceito, como na definição dos raios catódicos, por exemplo. Isso é notado quando um discente consegue abrir as ideias de outros para o entendimento de determinado fenômenos, como visto no recorte:

“Os raios catódicos são cargas negativas” [A4], “Se o raio fosse positivo, o feixe não saía do negativo, é só vê onde começa” [A2], “[...]É fluxo de elétrons” [A4].

A fala mencionada pelo discente A2, também demonstra um conhecimento apropriado em relação aos raios catódicos. Outro ponto a destacar é que o aluno [A1] ressalta, após várias discussões, que os cientistas só conseguiram entender a natureza dos raios catódicos por que eles já conheciam o princípio atração/repulsão, caso contrário, não conseguiriam entender, isso evidencia que o discente percebeu a epistemologia do conhecimento científico em torno da descoberta dos raios catódicos, isto é, a forma como o conhecimento foi gerado. Os licenciandos também conseguiram entender que o desenvolvimento da estrutura da matéria ampliaria os estudos da eletricidade na época, esta fala é bastante importante e deve ser destacada, pois mostra uma visão mais completa acerca do conhecimento científico e uma visão não linear da ciência:

“[...]se descobrissem que a eletricidade era causada pelos elétrons que fazem parte da estrutura da matéria, um levava a descoberta do outro”[A1].

Os licenciandos também demonstram uma compreensão a respeito do contexto histórico o qual ocorria algumas descobertas da época em que experimentos por mais simples que fossem, eram vistos como obras do Todo Poderoso. Isto é perceptível em tais falas: *“Iam dizer que esses fenômenos eram bruxarias” [Muitos], “o que se tinha era coisa de outro mundo” [A3].*

Após as intervenções, foi perceptível a compreensão da epistemologia da Ciência em torno dos fenômenos elétricos e da estrutura da matéria. Ao perguntar, ao fim da oficina e após discutir sobre a descoberta do elétron por Thomson, todos responderam que tais descobertas implicariam no desenvolvimento da estrutura atômica. Isso foi possível, por meio de uma ponte entre a Histórica da Ciência e o conhecimento científico. Os debates e episódios históricos permitiram um alicerce para a elaboração do conhecimento e discussões realizadas pelos licenciandos. Este resultado pode ser notado também pelos mapas conceituais realizados coletivamente ao final das oficinas.

Os mapas conceituais construídos pelos discentes foi um meio para analisar as discussões realizadas pelos discentes e permitiu também perceber desta forma, uma compreensão sobre os episódios históricos em torno da eletricidade e estrutura da matéria.

Com base nas discussões a partir dos mapas conceituais parece claro a percepção dos futuros professores sobre a importância dos estudos de eletricidade para o desenvolvimento da estrutura atômica. Os discentes destacam o experimento de Crookes, ocasionando a descoberta dos raios catódicos e a descoberta do elétron por Thomson. Nota assim, uma significativa contribuição e importância na inserção da HFC na aprendizagem dos alunos, que permitiu os licenciandos ir além de conhecimentos simplistas, isso foi até mencionado na fala de um aluno em um momento das discussões:

“a gente deveria ter em cada período uma disciplina de História da Ciência... São curiosidades que a gente não para pra pensar”.

Percebe-se dessa forma, grandes benefícios na inclusão dos episódios e controvérsias históricas em torno da eletricidade para o desenvolvimento da estrutura da matéria e para a formação dos professores. Em virtude dos fatos os quais permitiram a construção do conhecimento, ao longo dos anos, o que favorece aos estudantes, principalmente os em formação inicial, uma compreensão do processo de elaboração dos conceitos sobre estrutura atômica.

CONCLUSÃO

A partir deste trabalho, é viável salientar a presença dos estudos sobre eletricidade para o desenvolvimento da estrutura da matéria e toda a importância de tais episódios para a formação de professores. No entanto, mesmos com muitas contribuições na formação inicial dos futuros professores, temáticas como estas ainda são bastante raras neste nível de ensino.

Dessa forma, abordagens deste tipo devem ser bem mais intensificadas em cursos superiores, uma vez que se destaca por permitir melhorias na formação docente. Faz-se necessário assim, uma abordagem deste tema desde os episódios históricos dos fenômenos elétricos até sua contribuição para a estrutura da matéria, para que assim o futuro professor tenha uma visão mais completa e contextualizada, buscando entender os debates e controvérsias sobre como o conhecimento científico foi gerado e desenvolva um pensamento mais crítico e uma melhor compreensão acerca dos conceitos científicos atrelados ao seu processo de elaboração, pois são conceitos com bastante importância na Química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARUSO, F.; OGURI, V. A eterna busca do indivisível: Do átomo filosófico aos quarks e léptons. **Química Nova**, v. 20, n. 3, p. 324-324, 1997.

FEIJÓ Jr, Luiz. Alberto. **A história do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática**. 2008. 55 f. Orientador: João Bernardes da

Rocha Filho. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) - Faculdade de Física da Pontifícia, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton. **QNEsc**, n. 20, nov 2004.

FRANÇA, A. D. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. D. Estrutura atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **QNEsc**, v. 31, Novembro 2009.

FREZZATTI Jr, W. A. Boyle: a introdução do mecanicismo na Química. **Revista Varia Scientia**, p. 139-156, Ago 2005.

JESUS, Célia Maria Souza de.; MENEZES, Paula Lima. **Controvérsias históricas sobre eletricidade: um debate entre Alessandro Volta e Luigi Galvani**. 2012. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Campus Professor Alberto Carvalho, Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2012.

MARTINS, R. A. A História das Ciências e seus Usos na Educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **História e Filosofia das Ciências**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: A Tendência atual de reaproximação. Departamento de Educação, Universidade de Auckland Auckland, Nova Zelândia. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

NOVAK, J. D. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

OKI, M. C. M. A eletricidade e a Química. **QNEsc**, n. 12, nov 2000.

OKI, M. C.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, 14, n. 1, 2008. 67-68.

RUIVO, M. C. Notas sobre Tópicos de Física Moderna. 2010. Departamento de Física. 2006. Disponível em < http://fisica.uc.pt/data/20052006/apontamentos/apnt_093_4.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2013.

SÁ-SILVA, J. R. S.; ALMEIDA, C, D, D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa Documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, p. 1-13, Jul 2009.

SERRA, I. **Joseph John Thomson, as descargas em gases e a descoberta do electrão**. Cientistas, Laboratórios e Instrumentação Científica de Física e Química na Escola Politécnica de Lisboa. 2008. Disponível em <http://fisica-e-quimica-na-politecnica.org/03ARTIGOS/artigos.html>>. Acesso em: 16 fev. 2014.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contribuições da elaboração de sequências de ensino-aprendizagem tratando das tendências interdisciplinaridade, cotidiano e história da ciência no âmbito da formação de professores da Universidade Federal de Sergipe**. 2014. 184 f. Orientador: Prof. Dr. Nelson Rui de Ribas Bejarano. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana, Instituto de Física, Salvador, 2014.