

# Estrutura da Matéria: buscando discutir História da Ciência e Mapas Conceituais no Ensino Superior

N. A. Reis<sup>1\*</sup>; E. L. Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química do Campus Itabaiana (DQCI), Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, 49500000, Itabaiana-SE, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Química do Campus Itabaiana (DQCI), Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, 49500000, Itabaiana-SE, Brasil

\*nirly-reis@hotmail.com;

(Recebido em 21 de fevereiro de 2015; aceito em 31 de maio de 2015)

---

O presente trabalho busca apresentar os resultados de um estudo sobre as contribuições de episódios históricos na aprendizagem conceitual sobre estrutura da matéria, realizado com estudantes<sup>1</sup> de licenciatura em Química, em que se utilizou mapas conceituais como ferramenta para tratar o conhecimento dos alunos. Nos últimos anos vêm crescendo as atribuições ao estudo da Química, classificada por estudantes do ensino médio como uma matéria difícil, complicada e com um alto caráter memorístico. Nessa perspectiva, tendo em vista a importância da História da Ciência para o Ensino de Química, sobretudo no que se refere às discussões acerca do processo de elaboração do conhecimento científico e dos mapas conceituais (MC) como uma alternativa em contraposição aos métodos tradicionais de avaliação, cabe destacar os mapas conceituais como uma ferramenta para analisar como alguns licenciandos<sup>2</sup> em Química organizam seu conhecimento sobre estrutura da matéria à luz dos debates e episódios da História da Ciência. Os resultados indicam uma evolução conceitual dos licenciandos em torno da estrutura da matéria, sobretudo no que se refere à epistemologia do conceito, entretanto alguns estudantes apresentaram dificuldades no estabelecimento de relações significativas, e outros critérios presentes nos MC, de acordo com os propostos por Novak, o que pode ser indicativo não somente de confusões na compreensão dos conceitos, mas principalmente no entendimento da construção dos MC.

Palavras-chave: estrutura da matéria, mapas conceituais, história da ciência.

## Structure of Matter: Structure of Matter: seeking discuss History of Science and Concept Maps in Higher Education

The objective of this study is present the results of a study of the historical episodes of contributions in the conceptual learning about the structure of matter, conducted with undergraduate students in chemistry, which used concept maps as a tool to address the students' knowledge. In recent years, it has increased the duties to the study of chemistry, classified by high school students as a difficult subject, complicated and with a high on learning by memory character. Given the importance of the History of Science for Chemistry Teaching, particularly in regard to discussions about the development of scientific knowledge process and concept maps (MC) as an alternative in contrast to traditional methods of assessment. According to this perspective, we highlight the conceptual maps as a tool to assess how some undergraduates in chemistry organize their knowledge about the structure of matter light of the historical debates and episodes of the History of Science. The results indicate a conceptual evolution of licensees around the structure of the matter, especially as regards the concept epistemology, however, some students had significant difficulties in establishing relations, and other criteria present in MC, according to the proposed Novak, which can be indicative not only of confusion in understanding the concepts but mainly in understanding the construction of the MC.

Keywords: structure of matter, concept maps, history of science.

---

<sup>1</sup> Neste trabalho serão utilizadas as palavras 'estudantes', 'alunos' e 'discentes', como sinônimas, a diferença na escrita se deve apenas a fim de evitar a repetição das expressões.

<sup>2</sup> Apesar da expressão 'Licenciandos' não ser atualmente, muito utilizada em trabalhos científicos, esta será usada neste estudo sempre que se referir aos professores em formação inicial, os futuros docentes.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os componentes estudados na Química, a estrutura da matéria, além de ser um conceito fundamental em um curso de graduação, requer um elevado grau de abstração a fim de se obter uma boa compreensão desta temática. O estudo dos episódios históricos que nortearam o estabelecimento de algumas ideias em torno da estrutura da matéria surge, assim, como uma alternativa a ser problematizada no Ensino de Ciências.

A estrutura da matéria é a chave para a compreensão conceitual dos modelos atômicos, ligações e transformações químicas, pilhas, entre outros. Dessa forma, para uma discussão apropriada desses conteúdos é necessário o entendimento de uma propriedade fundamental, a natureza elétrica da matéria, essa propriedade, bem como as ideias acerca do átomo é tema da explicação de diversos fenômenos. Uma questão central sobre os conceitos que permeiam a atomística é que esta temática requer um embasamento conceitual abstrato e muitas das vezes distante do mundo dos estudantes [1].

O átomo é, frequentemente, abordado de maneira linear, sem levar em consideração os episódios e controvérsias históricas que antecederam as ideias atuais. De acordo com Oliveira e Almeida [2], um dos fatores que dificulta a aprendizagem do ensino do átomo são abordagens não históricas pouco problematizadas e distantes do seu contexto de produção. Assim, elementos como esses contribuem para as lacunas apontadas, principalmente durante o processo de formação inicial de professores.

Quando se trata da estrutura da matéria alguns trabalhos [3], [4] evidenciam a contribuição dos fenômenos elétricos como fundamentais para o estabelecimento de conceitos sobre atomística. Esses estudos apresentam o surgimento da eletricidade de forma relacional às primeiras ideias a respeito da estrutura da matéria, através de um levantamento bibliográfico realizado, organizando uma linha de raciocínio acerca dos episódios históricos que ocorreram durante os primórdios do conhecimento para o estabelecimento dos conceitos de estrutura da matéria.

Tratando das descobertas elétricas ao longo do tempo, os cientistas construíram a primeira máquina eletrostática da história, perceberam o princípio dos condutores e isolantes, conseguiram armazenar eletricidade e produzi-la de forma contínua. Mas muitas dessas descobertas ficavam sem explicação científica, em virtude do contexto histórico, em que alguns dos fenômenos ocorriam às vezes apenas voltados para o entretenimento das pessoas, da forte influência da religião, que interferia ativamente nas descobertas científicas, e muitos dos acontecimentos eram considerados obras divinas, portanto deveriam ser incontestáveis aos olhos dos mortais [4], [5]. Por muito tempo, os cientistas defendiam uma não existência de partículas atômicas, passando por séculos, episódios e embates históricos, como a proposta mecanicista<sup>3</sup> de Robert Boyle e a descoberta da pilha elétrica, chegando até a ideia de partícula subatômica, apresentada pelo físico JJ Thomson, o elétron.

A busca pela descoberta e compreensão sobre a natureza dos fenômenos elétricos instigava muitos cientistas e impulsionou estudos de descargas em gases, contribuindo também para uma consolidação da teoria atômica [5]. Um cientista que contribuiu para isso foi William Crookes com a descoberta dos raios catódicos, fazendo o uso de uma ampola de vidro em atmosfera rarefeita, e um gás em seu interior, o que levou, sob a ação de um feixe elétrico, a obter uma luminosidade [6]. Para Oki [5] a compreensão da natureza da matéria começou a se ampliar com os estudos da eletricidade, permitindo um grande avanço na Química. Não somente a eletricidade que ampliou algumas das ideias em torno da estrutura da matéria, pois o entendimento da natureza da eletricidade permitiu diversos avanços nos estudos, fundamentais para as indústrias eletrônicas.

Tendo em vista a importância da História da Ciência (HC) para o Ensino de Química, sobretudo no que se refere às discussões acerca do processo de elaboração do conhecimento científico e de uma visão mais crítica em conceber a Ciência [7], vislumbram-se grandes

---

<sup>3</sup> Boyle defendia a existência de constituintes da matéria. O mecanicismo proposto por Boyle buscava explicar as partículas, até então indivisíveis, para isso ele utilizou três níveis, *prima naturali* (constituintes que resistiam em soluções), corpúsculos secundários (responsáveis pelas características dos materiais) e substâncias compostas (aglomerados recombinaíveis) [8].

contribuições dessa abordagem no ensino superior, de forma específica, para a formação de licenciandos em Química, na busca de auxílios para uma visão mais real e dinâmica do conhecimento científico.

A História da Ciência pode ser utilizada como uma alternativa para a abordagem de conceitos. Nesse sentido, o futuro professor de Ciências deve ter um bom preparo acadêmico a fim de contribuir com uma recorrente fala na atual condição educacional, que coloca em evidência a formação de cidadãos críticos e com autonomia intelectual. Seguindo essa perspectiva, pressupõe-se que os mapas conceituais (MC) podem vir a ser, no âmbito do ensino de Ciências, um instrumento para abordar HC nos cursos de Licenciatura.

Os MC podem ser uma ferramenta de melhoria de ensino, e por isso é importante também que, além de conhecimentos em torno da História da Ciência, o futuro professor tenha acesso a ferramentas com as quais possa organizar o conhecimento aprendido, que permita aos estudantes uma apresentação sob diferentes características do que aprenderam, e principalmente, que eles sejam apresentados durante o processo de formação inicial de professores. Nesse sentido, cabe destacar os mapas conceituais como um método que busque perceber como alguns licenciandos em Química organizam seu conhecimento sobre estrutura da matéria à luz dos debates e episódios da História da Ciência. Os MC representam um bom instrumento para acompanhar o conhecimento dos estudantes sobre esse tema, pois é um método que permite aos aprendizes relacionar ideias antigas com novas, diferente de um método de aprendizagem mecânica [9].

Mapas conceituais são diagramas que contêm conceitos conectados por palavras de ligação, formando proposições, que são as unidades de sentido. Desenvolvidos por Joseph Novak, na Universidade de Cornell, os MC devem ser hierárquicos, englobados com conceitos mais amplos e inclusivos, situados no topo do mapa e os subordinados, mais específicos logo abaixo [9]. Por meio dos mapas, o conhecimento e também as dificuldades dos alunos podem ser externadas, tornando-se, assim, uma estratégia de ensino. Para Moreira [10], os MC podem ser utilizados em diversas situações e com diferentes finalidades. Além de um método avaliativo, podem ser usados para sintetizar conteúdos, como planejamento de atividades em unidades de estudo e análise de currículo. Novak e Canãs [9] também destaca que os mapas conceituais podem ser construídos através de programas de computadores, como o *Cmap Tools*, que permite uma reestruturação do mapa e entre outras vantagens, disponibiliza links com fontes conectadas a um conteúdo específico, imagens, vídeos e acesso a outros mapas localizados na internet, isto é, o conhecimento não se limita apenas a um MC.

Percebendo que os mapas conceituais podem ser uma útil ferramenta a fim de fazer licenciandos refletirem na sua organização do conhecimento, parece oportuna uma análise dos mesmos com uma temática que requer uma relevante descrição histórica, como é o caso da estrutura da matéria. Perante isso, o presente trabalho busca apresentar os resultados de um estudo sobre as contribuições de episódios históricos na aprendizagem conceitual sobre estrutura da matéria, realizado através de intervenções junto com um grupo de estudantes em licenciatura em Química, utilizando os MC como ferramenta organizadora do conhecimento dos alunos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido com licenciandos em Química, do sexto período no semestre 2014/1 na Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor Alberto Carvalho. Foi solicitado a estudantes do sexto período, alunos que já estudaram os conceitos de estrutura atômica e conheciam os mapas conceituais, que participassem voluntariamente da coleta de dados deste estudo, conseguiu-se desta forma, nove voluntários. Os licenciandos não tinham até o momento contato com abordagens históricas em torno dos conceitos, visto que História da Química é uma disciplina optativa no curso. Dessa forma, o início das atividades ocorreu com a formação do grupo de estudantes.

Inicialmente foi aplicado um questionário ao grupo com o objetivo de conhecer algumas de suas ideias prévias a respeito do desenvolvimento histórico da estrutura da matéria. Importante ressaltar que, anterior a sua aplicação, o questionário, foi devidamente validado. A Figura 1 evidencia o esquema metodológico de pesquisa.

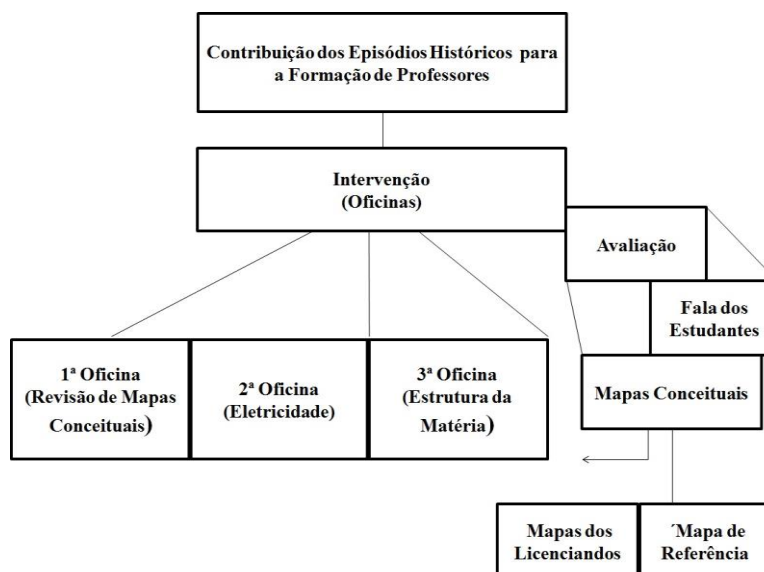


Figura 1: Esquema metodológico de pesquisa.

Após a aplicação do questionário, organizaram-se três intervenções na forma de oficinas com duração de 2 horas cada uma, conduzindo a três etapas. A primeira etapa, correspondente à primeira oficina, a título de revisão sobre os mapas conceituais, foi realizada pelo programa *Cmap Tools*, disponível na rede de computadores. A segunda etapa foi promovida por meio de discussões sobre os episódios históricos dos fenômenos elétricos às controvérsias históricas para descoberta da pilha. O objetivo era situar os licenciandos no contexto histórico em que ocorriam as descobertas. Para isso recorreu-se à leitura de textos, experimentos com bases históricas, aproximações analógicas, vídeos e documentários, ao final desta oficina os alunos construíram MC a fim de organizar as ideias discutidas. A última etapa consistiu nas discussões sobre a correlação e contribuições dos estudos de eletricidade e estrutura da matéria. Foram utilizados recursos semelhantes aos da segunda etapa, e os estudantes também construíram um MC ao final da intervenção, partindo da seguinte pergunta: “*Como os estudos de eletricidade contribuíram para o desenvolvimento da estrutura da matéria?*”. Buscando responder a essa pergunta, os licenciandos elaboraram seus mapas individualmente e com o término das intervenções, os nove participantes construíram, em grupo, dois mapas conceituais finais, um referente à oficina sobre eletricidade e outro sobre os episódios históricos discutidos na oficina sobre estrutura da matéria (MCF’).

Para viabilizar a análise dos MC construídos pelos licenciandos construiu-se um mapa conceitual de referência (MCR), previamente validado (Figura 2). O intuito foi realizar uma análise comparativa com os MC construídos pelos estudantes.

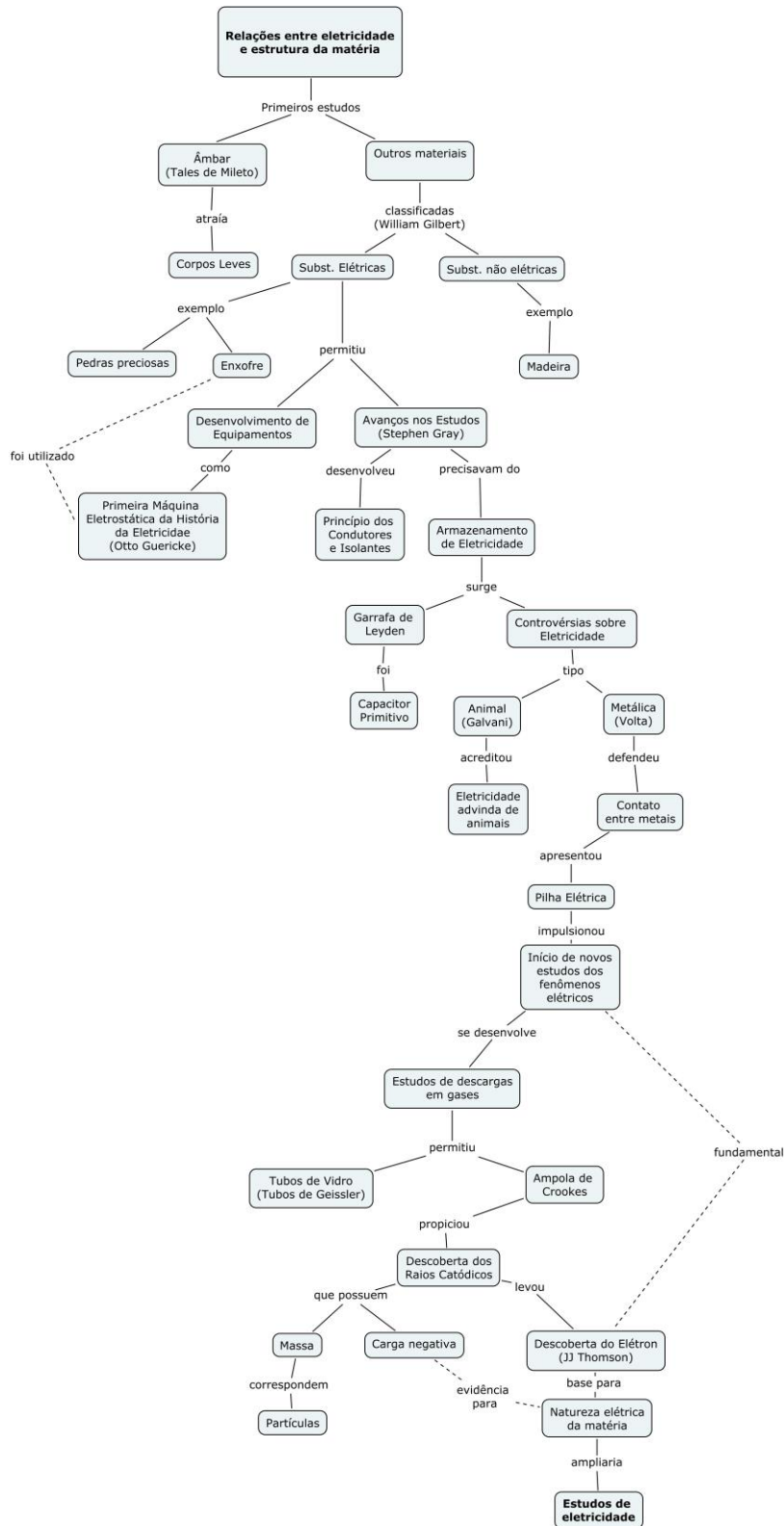


Figura 2: Mapa conceitual de referência utilizado para quantificação dos resultados.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Vale mencionar que o fato do mapa conceitual explicitar diversos episódios históricos, não significa que foi adotada uma abordagem considerando uma visão linear da Ciência. O objetivo do mapa é apresentar algumas das contribuições dos estudos da eletricidade que impulsionaram o desenvolvimento da estrutura da matéria. Os episódios destacados foram discutidos levando em consideração o contexto histórico de

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados iniciais deste trabalho resultaram da análise do questionário para identificar algumas das concepções prévias dos alunos.

O questionário aplicado foi formado por questões dissertativas, elaboradas com base em níveis conceituais e fenomenológicos (resultados experimentais de um determinado fenômeno) sobre o desenvolvimento histórico da estrutura da matéria e sua relação com a eletricidade. A Figura 3 apresenta o resultado das respostas do grupo.

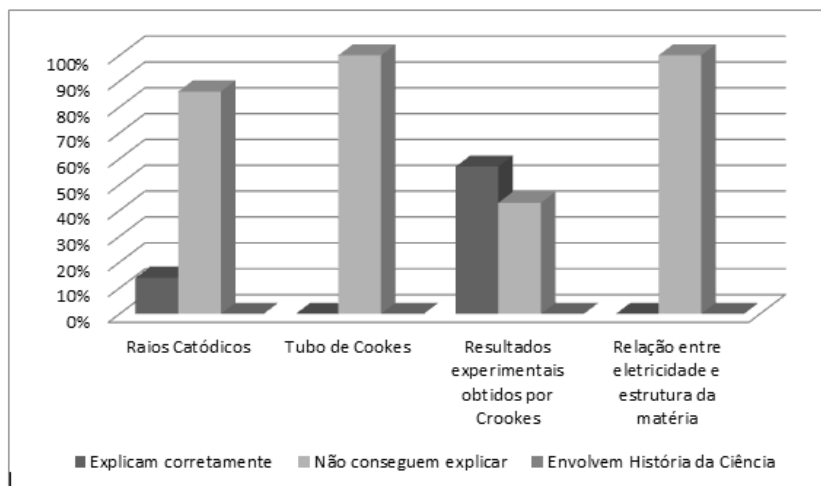


Figura 3: Resultado do questionário prévio aplicado aos licenciandos que representa a porcentagem de suas respostas.

Pelo questionário percebe-se que a maioria dos licenciandos, mesmo após contato com estrutura da matéria, não possuem bases do contexto histórico, muito menos a relacionam com a eletricidade. A partir da Figura 3, também é possível inferir que grande parte dos estudantes não explica corretamente os raios catódicos. De acordo com algumas das respostas dos alunos, todos comentaram que já haviam ouvido falar sobre os raios catódicos, mas a maioria se confundiu ou não conseguiu explicar, como visto no recorte de escritas:

*“Sim, já ouvi falar, mas não sei ao certo do que se trata”. “Possuem cargas positivas e negativas”. “São raios que refletem a absorção no UV-vis e é refletido em forma de imagem”. “Raios catódicos são cargas elétricas carregadas positivamente que caem ou sobem pela terra, deve estar relacionado com átomos positivos (cátodos)”.*

É importante ressaltar que a compreensão do conceito dos raios catódicos é o princípio para explicar o desenrolar da estrutura atômica. Com relação ao tubo de Crookes, nenhum dos estudantes mencionou ter conhecimento e por isso não conseguiram discutir cientificamente sobre ele. Sabe-se que Crookes foi fundamental para a descoberta dos raios catódicos [11], dessa forma, conhecendo ao menos esse recorte da história, talvez fosse possível que os alunos entendessem e dissertassem sobre os raios. O não conhecimento do tubo e compreensão dos raios catódicos possivelmente impulsionou, em outra questão, uma não relação do fenômeno com o desenvolvimento da eletricidade e estrutura da matéria. Entretanto, quando foram fornecidos aos estudantes os resultados experimentais obtidos pelo cientista, a maioria (57%) conseguiu explicar o funcionamento do tubo, relacionando com a presença dos elétrons de um gás. Torna-se claro, que muitos estudantes apresentam ideias aceitas cientificamente sobre a

---

uma época e o modo de vida e condição social de alguns cientistas, comparando em cada contexto as ideias sobre estrutura da matéria.

explicação atual de determinados fenômenos, mas não possuem e nem envolvem aspectos da História da Ciência (0%) em nenhum desses conteúdos.

Essa análise prévia permitiu traçar uma rota conceitual a partir de alguns conhecimentos já formados pelos estudantes em formação, como os conceitos dos raios catódicos, a relação entre eletricidade e a estrutura da matéria e, principalmente, notar a ausência dos aspectos históricos na explicação de todos esses temas, para, assim, desenvolver um bom planejamento das intervenções que foram realizadas com os estudantes.

Os 09 MC relacionados à estrutura da matéria foram nomeados de A a I e posteriormente analisados e pontuados, utilizando os cinco critérios classificatórios de Novak [12], apresentados na Tabela 1, que também traz a pontuação atribuída ao mapa conceitual de referência.

O mapa final (MCF<sup>2</sup>), construído coletivamente pelos alunos sobre estrutura da matéria também foi pontuado seguindo os critérios de Novak [12]. A finalidade foi realizar uma análise quantitativa dos MC, de maneira que se possa atribuir notas a cada mapa, como forma de verificar a instrução dos alunos diante do que foi trabalhado.

*Tabela 1: Critérios classificatórios para a pontuação de MC e MCR segundo as orientações de Novak (1984).*

Critérios Classificatórios	Pontuações atribuídas	
	Pontuação segundo Novak (1984)	Pontuação do MCR
<b>Ligações Transversais ou Cruzadas</b>	10	10 x 3
<b>Hierarquia</b>	5	5 x 15
<b>Proposições Significativas</b>	2	2 x 36
<b>Proposições não significativas</b>	1	1 x 0
<b>Exemplos</b>	1	1 x 3
		<b>Total = 180</b>

De acordo com os critérios, o MCR obteve 36 proposições consideradas significativas, observou-se a validade da hierarquia em organização sucessiva de 15 níveis e quanto às ligações cruzadas, obtiveram-se 3 ligações cruzadas e três exemplos. As ligações cruzadas é o critério que apresenta maior pontuação, contribuindo assim com 30 pontos para o MCR e três pontos pelos exemplos estabelecidos. Após cálculo o MCR alcançou 180 pontos. A comparação entre a pontuação obtida pelo MC dos licenciandos e o mapa de referência permitiu perceber a forma como os conceitos foram organizados, as relações estabelecidas pelos estudantes com os conteúdos discutidos e observar sua criatividade quanto às ligações cruzadas e exemplificação da temática. A Figura 4 apresenta a pontuação obtida pelos estudantes em seus MC e a nota do mapa conceitual construído coletivamente, o mapa final sobre estrutura da matéria (MCF<sup>2</sup>) confrontado ao MCR.

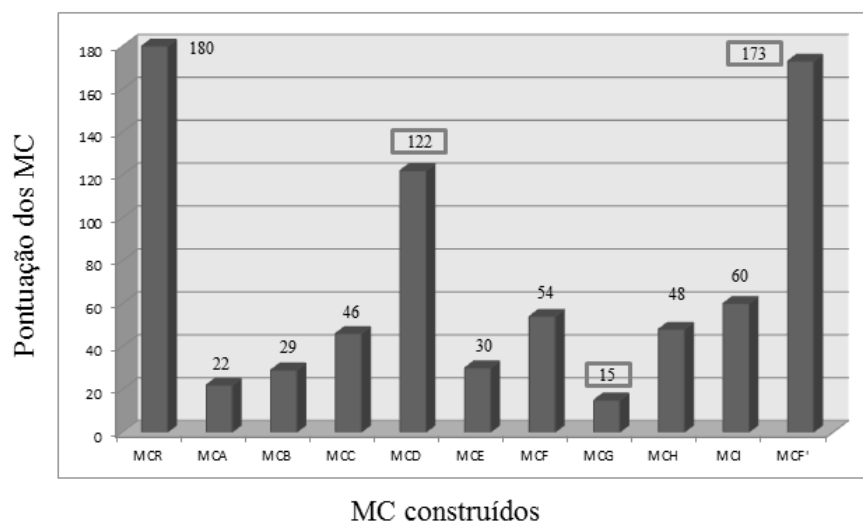


Figura 4: Pontuação dos MC construídos pelos licenciandos, comparado com o mapa conceitual de referência.

Pela Figura 4, é possível notar que a maioria das pontuações dos MC elaborados individualmente pelos estudantes se distancia do mapa de referência. Isso se deu pelo fato dos mapas conceituais dos alunos exibirem algumas proposições consideradas não significativas, poucas ligações cruzadas e, principalmente, nenhum estudante conseguiu estabelecer relações hierárquicas em seus MC.

Em seus mapas, os licenciandos deram ênfase aos episódios a partir dos estudos de descargas em gases em tubos de vidros parcialmente evacuados, nos quais algumas das ideias de Michael Faraday foram pioneiras. O desenvolvimento acirrado das descargas em gases nos tubos, na busca da compreensão da natureza elétrica, levou William Crookes a perceber a descoberta dos raios catódicos, após a construção de sua ampola, permitindo a descoberta do elétron anos depois [11]. Os estudantes também destacam em suas proposições, concepções anteriores a essas descobertas, como o pensamento de Aristóteles (não existência de átomos) e Robert Boyle (existência de partículas nas substâncias) e, sobretudo ressaltam a contribuição da eletricidade para os estudos em torno da atomística, muitas das ligações transversais elaboradas relacionam-se com a temática estrutura da matéria. Nos mapas dos estudantes, essas contribuições históricas encontram-se muitas vezes relacionadas por meio de palavras de ligações inapropriadas ou pela formação de frases, mas consideradas significativas, pois demonstram uma melhor noção dos conceitos e episódios abordados. Podem-se destacar algumas proposições elaboradas na Figura 5 abaixo.

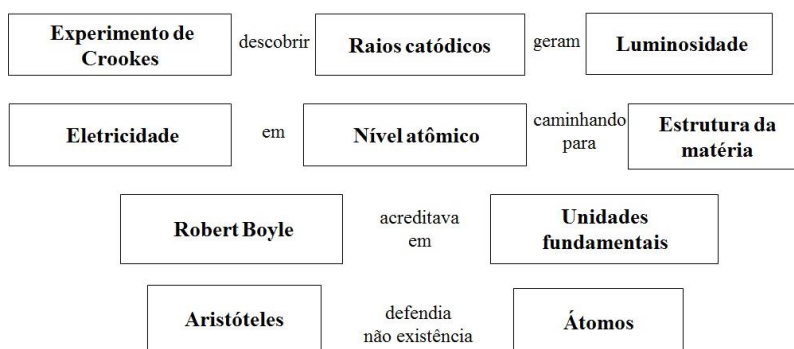


Figura 5: Algumas das proposições significativas elaboradas pelos estudantes em seus mapas conceituais.



Mesmo assim, também é importante destacar sobre algumas confusões conceituais e trocas de episódios, apresentados nos mapas, do tipo: *Robert Boyle – mostrou – avanços nas teorias atômicas*. Já outros não conseguem perceber uma relação indireta entre eletricidade e estrutura da matéria, em que, apesar de se desenvolverem em contextos históricos semelhantes, essas ideias não se “entrelaçam” imediatamente e dessa forma, fenômenos simples, como a eletricidade estática, ficava sem explicação científica [3]. Isso é notado nos MCA, MCC e MCG.

Ainda sobre a Figura 4, é importante realizar um olhar detido sobre o MC do estudante D, comparando sua pontuação com o mapa de referência, é possível perceber uma nota relativamente alta (122 pontos). Diferente dos outros mapas conceituais, o MCD apresentou 6 ligações transversais, ou seja, este estudante conseguiu relacionar segmentos diferentes em níveis distintos segundo os critérios de pontuação de Novak [12]. Em termos de episódios históricos, o estudante do MCD destaca de maneira mais clara e detalhada as relações entre as descobertas que impulsionaram os estudos de estrutura atômica, destacando as descargas em gases, o princípio dos raios catódicos e até sua nomenclatura, que se deu em virtude do feixe de luz na ampola de vidro a vácuo iniciar-se do eletrodo negativo, chamado de cátodo [3], além de mencionar sua importância para a descoberta do elétron, obtendo, assim, a maior pontuação. Nesse sentido, o MCI (60 pontos) foi o único mapa construído individualmente que apresenta em suas proposições o contexto histórico em que ocorriam as descobertas, destacando inclusive os trabalhos sobre radioatividade, os quais foram brevemente discutidos nas intervenções, além de ter sido o único que obteve exemplos.

Em contraposição aos dois mapas destacados, tem-se o MCG, a menor pontuação obtida (15 pontos). Esse MC apresentou o menor número de conceitos e preposições. O mapa deste estudante foi elaborado com diversas frases em um só conceito ao invés de distribuí-los em outras caixas para formar novas proposições possui muitas confusões com as palavras de ligações e na organização do mapa, apesar de mencionar alguns conceitos científicos, também relacionados com as descargas em gases, ampola de Crookes e descoberta do elétron, revela confusões entre os episódios históricos. O licenciando parece que não conseguiu estabelecer uma boa relação cognitiva entre eles, a exemplo do destaque ao episódio sobre a garrafa de Leyden como responsável pelo desenvolvimento da estrutura da matéria, o que não ocorreu na história. A garrafa de Leyden foi discutida de forma breve na oficina, em que foi descoberta acidentalmente, no âmbito dos estudos sobre eletricidade [13], mas foi fundamental para o desenvolvimento dos estudos dos fenômenos elétricos. A garrafa surgiu a partir da ideia de fluido elétrico, pelo fato de imaginarem que a eletricidade podia se esvaír de um objeto e penetrar outro material. Na verdade, os cientistas acreditavam que o fluido podia penetrar tudo que tocasse [5], entretanto não se sabia a verdadeira explicação do fenômeno, uma vez que ainda não se conhecia a natureza da eletricidade, ou seja, ainda não haviam descoberto os elétrons constituintes da matéria. O aluno até relaciona alguns episódios, como os raios catódicos e a descoberta do âmbar<sup>5</sup> (primórdio da eletricidade), mas não explica de forma clara essas relações e não considera o contexto histórico da época, o que acabou acarretando em uma nota inferior aos demais mapas, entretanto essas relações traçadas não podem ser descartadas. Fato semelhante a esse também ocorreu com os MCA e MCE.

Quanto ao mapa final, elaborado coletivamente entre os estudantes após as intervenções, curiosamente, obteve uma nota bem próxima da pontuação do mapa de referência, com uma diferença de apenas 7 pontos. Para Novak [12], os MC, quando construídos em grupos podem ser uma útil ferramenta para o compartilhamento de ideias entre os estudantes, permitindo novas discussões e estabelecimento de mais relações entre os conceitos. O MCF<sup>6</sup> foi construído em outro momento, quando todos os estudantes já haviam elaborado previamente os seus mapas e

---

<sup>5</sup> O âmbar é uma resina fóssil que foi polimerizada pela ação do tempo, foi descoberto pelo filósofo Tales de Mileto, quando observou que sua fricção podia atrair pequenos corpos. O âmbar representa uma das primeiras ideias sobre eletricidade. Sua descoberta permaneceu sem explicação durante anos, uma vez que, além de outros fatores, não se tinha na época conhecimento sobre átomos, elétrons ou partículas que pudessem compreender o fenômeno. Quando traduzido para o grego ou latim, a palavra âmbar torna-se “elekton” e “electrum”, respectivamente [13].

organizado grande parte das discussões ocorridas nas duas intervenções (oficina sobre eletricidade e oficina com a correlação entre eletricidade estrutura da matéria). Logo, muitos dos licenciandos já se encontravam com ideias mais amadurecidas, até por que era a elaboração de um MC que já havia sido construído e que agora podiam reconhecer novos significados dos conceitos, utilizar a criatividade e pensamento de todo o grupo, sujeitos a um consenso. Em relação às ligações feitas o mapa apresenta o maior número de proposições significativas e conceitos. Com a negociação de suas ideias, os estudantes conseguiram exemplificar conceitos, estabelecer 6 ligações transversais e correlacionaram muitas descobertas elétricas com a estrutura da matéria. Apesar de algumas relações apresentarem palavras de ligações não muito adequadas, muitas foram consideradas válidas, pois se trata de alunos iniciantes.

Como nos outros, esse mapa não possui níveis hierárquicos e também contem algumas proposições formando frases, mesmo assim representa uma boa evolução em termos de conceitos científicos, episódios históricos que levou o desenvolvimento da estrutura da matéria, assimilação de novos significados potencialmente reagrupados e utiliza-se de muitos dos diferentes conceitos presentes nos MC individuais. É possível perceber também que apesar de comentarem sobre as ideias de Aristóteles e Robert Boyle, os estudantes não conseguiram traçar a relação direta sobre a representação desses estudos para o desenvolvimento da eletricidade e com algumas ideias também discutidas nas intervenções, como a descoberta da pilha elétrica a partir do embate entre Luigi Galvani e Alessandro Volta (ver MCR, Figura 1).

Mas, ao confrontar esses resultados com os dados de algumas das concepções prévias dos licenciandos (Figura 3), é possível afirmar que houve um progresso, uma vez que nenhum estudante conhecia os estudos de Crookes e sua contribuição para a Química, assim como, apenas poucos alunos compreendiam o princípio dos raios catódicos e a discussão dos episódios históricos que vieram a auxiliar o entendimento desses temas. De acordo com os MC nota-se que muitos estudantes possuem relações coerentes com alguns dos conceitos que levaram o desenvolvimento da estrutura da matéria. A análise dos mapas permite ressaltar sobre o uso de conceitos novos e atuais, além dos discutidos, a exemplo da excitação dos elétrons, cátodo e ânodo, carga do elétron, diferença de potencial, entre outros. Aspecto esse, bastante positivo, pois não foi fornecida uma lista de conceitos, o que significa que muitos discentes conseguiram relacionar as informações debatidas com seu conhecimento inicial, e dessa forma, vão em direção à aprendizagem significativa.

Apesar de dificuldades na organização dos mapas e estabelecimento das relações segundo os critérios de Novak, houve uma evolução significativa no que se refere à epistemologia acerca da estrutura da matéria. Assim, espera-se que os licenciandos utilizem essas informações e também os MC em suas futuras práticas. Os mapas conceituais, além de uma boa ferramenta de ensino, permitem perceber a compreensão ou confusão dos alunos, visto que é possível saber quais conceitos são levados em consideração, quais eles relacionam e os que apresentam dificuldades.

#### 4. CONCLUSÃO

Os dados obtidos através do estudo realizado com os licenciandos do curso de Química permitem sublinhar uma série de considerações. Uma pequena análise realizada induz que os estudantes, inicialmente, apresentavam algumas dificuldades de compreensão de alguns conceitos que envolveram o desenvolvimento da estrutura da matéria, bem como não possuíam muitas ou nenhuma ideia sobre os episódios históricos que nortearam o tema.

Em relação aos mapas conceituais elaborados pelos estudantes, apesar de já conhecerem o princípio de construção e familiarizarem os alunos com o instrumento, os licenciandos se mostraram principiantes em sua construção, fato que se torna evidente pela simples comparação com o mapa de referência, no que tange aos critérios de pontuação estabelecidos por Novak. Como discutido, muitas das baixas pontuações se devem a não relação de níveis hierárquicos e dificuldades nas relações entre os conceitos, sobretudo pela busca de palavras de ligações apropriadas. Entretanto, os mapas conceituais evidenciam uma evolução nas discussões dos

conceitos sobre estrutura da matéria, principalmente na ênfase dada aos aspectos históricos da temática, correlacionada com a eletricidade.

O mapa final elaborado pelo grupo em um momento após as intervenções apresenta um maior número de conceitos e relações entre eles. Dessa forma, se pode inferir, sobre a importância da História da Ciência para um melhor entendimento de conceitos químicos e dos mapas conceituais também como ferramenta avaliativa. Esses mapas, talvez, se fossem utilizados com uma maior frequência poderia auxiliar os licenciandos em seus estudos, e o mais importante, podem levar esse instrumentos aos futuros alunos, uma vez que se trabalhou com estudantes em um processo de formação inicial de professores.

Logo, cabe destacar aqui, a necessidade de intensificar o uso dessas duas alternativas, a História da Ciência e os mapas conceituais, para o âmbito da formação de professores, no intuito de que, assim, os futuros docentes desenvolvam um pensamento mais crítico e uma melhor compreensão dos conteúdos científicos atrelados ao seu processo de elaboração. Na busca de melhores resultados, é imprescindível que os MC façam parte dos cursos superiores e sejam incorporados ao cotidiano escolar.

## 5. AGRADECIMENTOS

Aos estudantes voluntários do curso de Química, no semestre 2014/1 da UFS, *Campus* Prof. Alberto Carvalho, os quais participaram da coleta de dados deste estudo, que é parte de um Trabalho de Conclusão de Curso. Agradecemos aos voluntários desde o processo de validação do questionário às meninas que fizeram parte de cada uma das intervenções.

- 
1. 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; 2009.
  2. Oliveira A S, Almeida R S. Estrutura da matéria: uso de mapas conceituais na organização e avaliação da aprendizagem. Itabaiana. Monografia [Graduação em Química Licenciatura] – Universidade Federal de Sergipe; 2014.
  3. Santos M E M, Reis, N A, Wartha, E J, Silva, E L. Abordagem contextual no ensino de ciências: uma Ciências sobre eletricidade Pilhas e estrutura da matéria na formação de professores. In: Tercera Conferencia Latinoamericana del Grupo Internacional de Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias; Santiago, 2014.
  4. Reis N A, Silva E L. Contribuições da Abordagem Contextualista sobre Eletricidade e Estrutura da Matéria para a Formação Inicial de Professores. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química; 2014.
  5. Oki, Maria Conceição Marinho. A eletricidade e a Química. QNEsc, n. 12, nov 2000.
  6. Caruso F, Oguri V. A eterna busca do indivisível: Do átomo filosófico aos quarks e léptons. Química Nova, v. 20, n. 3; 1997, pp. 324-324.
  7. 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; 1995, pp. 164-214.
  8. Frezzatti Jr, W A. Boyle: a introdução do mecanicismo na Química. Revista Varia Scientia; 2005, pp. 139-156.
  9. Novak J D, Canãs A J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa, Ponta Grossa, v.5, n.1; 2010, pp. 9-29.
  10. Moreira M A. Mapas Conceituais. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis. 3(1): 17-25;1986.
  11. 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. [Acesso em: 16 fev 2014]. Disponível em: <http://fisica-e-quimica-na-politecnica.org/03ARTIGOS/artigos.html>.
  12. Novak J D. Aprender a Aprender. Edições Técnicas, Lisboa: Plátano;1984.
  13. Feijó Jr. L A. A história do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática. 2008. 55 f. 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.