



## Abordagem Contextual no Ensino de Ciências: Uma Discussão sobre Eletricidade, Pilhas e Estrutura da Matéria Na Formação de Professores.

**Maria Elane Mendonça Santos**  
[elane.ufsqquimica@gmail.com](mailto:elane.ufsqquimica@gmail.com)

**Edson José Wartha**  
[ejwartha@gmail.com](mailto:ejwartha@gmail.com)

**Nirly Araujo dos Reis**  
[nirly-reis@hotmail.com](mailto:nirly-reis@hotmail.com)

**Erivanildo Lopes da Silva**  
[erivanildolopes@gmail.com](mailto:erivanildolopes@gmail.com)

Universidade Federal de Sergipe  
Campus Professor Alberto Carvalho  
**Brasil**

### ABSTRACT

Several researches point out that the use of the History and Philosophy of Science (HPS) in education, specifically in the Teaching of Chemistry, it is necessary, since it may allow a greater understanding about Science. In front that, this paper seeks to bring a bibliographical lifting about the contributions of the studies of electricity in the development of concepts on batteries and structure of matter. Sought to keep to a presentation of the episodes and historical controversies occurred in the construction of such concepts. It is believed that considerations about these episodes contribute to the construction of scientific knowledge and to teachers' formation.

**Key Words:** Teachers' formation, electricity, batteries and structure of matter.

### RESUMO

Várias pesquisas apontam que o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, especificamente no Ensino de Química, é necessária, uma vez que pode permitir um maior entendimento sobre Ciências. Nesse sentido, o uso de tal abordagem permite formar cidadãos mais críticos e reflexivos. Diante disso, este trabalho busca trazer um levantamento bibliográfico acerca das contribuições dos estudos de eletricidade no desenvolvimento dos conceitos sobre pilha e estrutura da matéria. Procurou-se ater a uma apresentação dos episódios e controvérsias históricas ocorridas na construção de tais conceitos. Acredita-se que considerações acerca desses episódios contribuem para a construção do conhecimento científico e para formação de professores.

**Palabras Claves:** Formación del profesores, electricidad, baterías, estructura de la materia.

**Palavras Chaves:** Formação de professores, eletricidade, pilhas e estrutura da matéria.



## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas alguns estudos apontam vários problemas presentes no Ensino de Ciências, entre esses se pode destacar a carência de discussões sobre a História e Filosofia das Ciências (HFC) no Ensino de Ciências e na formação de professores dessa área. Nesse âmbito, Michael Matthews advoga a favor da HFC neste nível de ensino, no que o pesquisador denomina abordagem contextual nesse ensino. Tal abordagem defende uma educação em ciências, no qual sejam discutidos conceitos históricos, filosóficos, tecnológicos e éticos, tida como um conhecimento indispensável para uma visão mais investigativa e humanística sobre a Natureza da Ciência (Matthews, 1995)

Ainda na fala de Matthews (1995), abordagens dessa espécie além de proporcionar um ensino mais eficaz do conhecimento científico, também poderá contribuir ativamente na melhoria da formação dos professores, visando uma epistemologia histórica no Ensino de Ciências. Seguindo a perspectiva de trabalho utilizando esse tipo de abordagem vê-se grandes contribuições na formação de professores, sobretudo, dos professores de Química.

Ignorar a HFC no ensino, especificamente, no Ensino de Química significa desprezar o papel dos cientistas na construção do conhecimento. Há uma fala recorrente na atual condição educacional, que coloca em evidência a necessidade da formação de cidadãos críticos e autonomia intelectual. Isto sugere que os professores e professores em formação necessitam compreender os constructos científicos que se sucederam em torno da História da Ciência.

No entanto, pode-se destacar a ausência da abordagem contextual na formação docente, sobretudo na formação inicial. Em meio a todos esses argumentos em busca de um ensino mais investigativo e reflexivo em bases contextualistas, o presente trabalho, procura apresentar a partir de um detido levantamento bibliográfico um conjunto de episódios históricos que evidenciam a grande contribuição das primeiras ideias de eletricidade para o desenvolvimento dos estudos de pilhas de Luigi Galvani e estrutura atômica de JJ Thomson, envolvendo os conceitos de eletricidade, pilhas e estrutura da matéria.

A principal questão do estudo realizado diz respeito às contribuições das controvérsias históricas da eletricidade na formação inicial dos professores, uma vez que muitos dos futuros docentes concebem a ciência de forma distante da qual é discutida em materiais instrucionais. A discussão dos episódios históricos na construção de conhecimentos químicos vem a permitir a implementação de uma proposta contextual e paradigmática em contrapartida ao atual ensino linear e cumulativo.

No âmbito da utilização de materiais instrucionais, estes fenômenos aliados às controvérsias históricas e a História da Química podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa do conhecimento químico, uma vez que conteúdos de HFC podem facilitar a mudança de visões simplistas para concepções investigativas e principalmente, compreender os debates que ocorreram durante a construção do conhecimento (Oki & Moradillo, 2008).



A escolha desta temática se deu em virtude de que no curso superior, também na maioria dos livros didáticos, o ensino da estrutura da matéria e pilhas não são vistos a luz dos debates históricos, sendo quase sempre omitidas relações mais estreitas, principalmente, entre os estudos de eletricidade e estrutura da matéria. Nesse nível de ensino, o ensino de pilhas até pode ser discutido em decorrência do desenvolvimento da eletricidade, mas a estrutura atômica não se encontra atrelada a tais descobertas. É possível observar como o estudo dos fenômenos elétricos foi imprescindível no desenvolvimento de tais conceitos.

Este trabalho irá apresentar subsídios que evidenciam a relação da eletricidade no desenvolvimento histórico conceitual da pilha elétrica e estrutura da matéria que podem ser explorados no contexto da formação inicial de professores.

## METODOLOGIA

À investigação dos episódios históricos desde o surgimento da eletricidade a construção histórica da pilha elétrica e da estrutura da matéria foi fundamentado pelas orientações de Sá-Silva, Almeida & Guindani (2009), os quais falam do uso da pesquisa bibliográfica na elaboração de trabalhos científicos.

Pela pesquisa bibliográfica buscou-se episódios históricos acerca da eletricidade para o desenvolvimento da pilha e estrutura atômica. Fez-se o uso de fontes secundárias, isto é, artigos científicos sobre os fenômenos, os quais já foram trabalhados por outros atores, pois se trata de um trabalho de natureza em Ensino de Ciências e não apenas historiográfica.

A busca por tais materiais foi realizada com o auxílio de “sites” de bases de dados e “sites” de busca especializada, principalmente a base de pesquisa Google Acadêmico. Nesse levantamento, foram dispostas tais palavras chaves: história da eletricidade, pilhas e átomo. Dessa forma, encontraram-se alguns artigos, os quais foram utilizados para construção do trabalho, falando sobre episódios históricos em torno da eletricidade, mas nenhum relacionava tais episódios com a descoberta da pilha e da estrutura da matéria.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### *Os episódios históricos em torno da eletricidade*

No ensino médio e em muitos cursos de formação de professores o estudo sobre estrutura da matéria é normalmente iniciado pelos modelos atômicos, já os conceitos de pilhas é comumente trabalhado apenas pela ocorrência de reações de oxi-redução, como se todas as informações já conhecidas tivessem surgido de forma espontânea e por grandes gênios da ciência. No entanto, até se chegar ao que se sabe hoje houve um longo trajeto histórico e revoluções em torno da eletricidade, esses debates colocam no bojo discussões sobre a Natureza da Ciência que são fundamentais para um maior entendimento sobre determinados conceitos químicos. De imediato, pode parecer estranho relacionar estes três conceitos aparentemente distintos, eletricidade, pilhas e estrutura da matéria, no entanto, tais conceitos tem relação em alguns momentos da História da



Ciência, e mais, os estudos dos fenômenos elétricos tiveram grande relevância tanto no surgimento da primeira pilha elétrica, como no desenvolvimento de modelos sobre estrutura atômica.

O surgimento da eletricidade se deu em decorrência da descoberta do âmbar<sup>1</sup> por Tales de Mileto que descobriu que ao friccionar a substância, esta conseguia atrair pequenos corpos, até então, os estudos dos fenômenos elétricos avançavam devagar e eram visto como mera curiosidade pelas pessoas da época (Cindra & Teixeira, 2005). Somente, por volta do século XVI que William Gilbert ao estudar diferentes materiais, identificou propriedades semelhantes ao âmbar ao serem atritados, dividindo assim, as substâncias em elétricas e não-elétricas, uma vez que a resina fóssil até então conhecida, era chamada de *elektron* e *electrum*, em grego e em latim, respectivamente. Ainda no século XVI, o estudo do átomo desenvolvia-se de forma distinta dos fenômenos elétricos, nesse tempo, havia ainda várias ideias seguidoras do filósofo Aristóteles, sobre as quais não existiam partículas atômicas e muito menos espaço entre elas. A eletricidade se desenvolvia atrelada a um modelo não atômico da matéria. Esse modelo é destacado na fala de Filgueiras (2004, p. 39), quando menciona a opinião de Aristóteles a respeito dos átomos “se existem átomos para cada tipo de substância, não há a possibilidade de transformações químicas, o que evidentemente choca com a evidência”. Já em relação ao surgimento da pilha elétrica os estudos de eletricidade antecederam sua descoberta.

Em busca do acúmulo do misterioso fluido elétrico Otto Von Guericke, físico e engenheiro alemão, natural de Magdeburgo na Alemanha, defendia que evidências tinha mais valor que meras teorias e em 1672 construiu a primeira máquina eletrostática na história da eletricidade, utilizando o enxofre, uma das substâncias elétricas proposta por Gilbert no século anterior. Tais experiências repercutiam bastante na época, pois as pessoas acreditavam que fenômenos como estes eram obras de Deus. Nessa perspectiva, outro cientista, Stephen Gray, físico, astrônomo e tintureiro da Cantuária na Inglaterra, conseguiu distinguir as substâncias em condutoras e isolantes, através de diversos experimentos, os isolantes não permitiam a passagem da corrente elétrica/fluido elétrico, já os condutores detinham o fluido elétrico, isto é, permitiam tal passagem. Para Gray, um metal carregado em contato de um material isolante ocorria uma perda do fluido elétrico contido no metal. Em um de seus experimentos, Gray prendeu um garoto em um balanço de madeira ligado a cordas de seda acima de folhas de ouro, e ao carregar o menino com uma máquina de Hauksbee<sup>2</sup>, ele mostrou que diversos corpos poderiam conduzir eletricidade, como o garoto, o qual atraiu folhas de ouro colocadas a sua frente, já a seda era um não-condutor, ou seja, não permitia a passagem do fluido elétrico para o menino e as folhas (Feijó, 2008).

Nesse mesmo século, em contrapartida as ideias aristotélicas ainda defendidas no século XVI, Robert Boyle, físico e químico irlandês, um dos criadores da bomba de vácuo e um dos pioneiros em realizar experimentos controlados em laboratórios, já falava em partículas para tratar de algumas de suas experiências químicas, para Boyle, a matéria era formada por constituintes dos corpos e esses constituintes podiam explicar a ocorrência da combinação de substâncias diferentes, na verdade, ele estava fazendo especulações sobre a ocorrência de reações químicas (Filgueiras,

<sup>1</sup> Resina fóssil de plantas que foi polimerizada pela ação do tempo.

<sup>2</sup> Globos de vidros girados por um sistema de polia.



2004). Boyle lança uma visão racional em contrapartida a ideias filosóficas e místicas, e dessa forma tenta explicar o mundo visível através de um mundo invisível, em que a experimentação torna-se algo necessário para a elaboração de hipóteses, ideias essas conhecidas como visão mecanicista de Boyle. De acordo com essa visão, três níveis são propostos, *prima naturalia* (corpúsculos firmes que resistem em soluções), corpúsculos secundários (aglomerados responsáveis por características dos materiais) e substâncias compostas (compostos recombináveis). Vale destacar, que já no século XVI, esses pensamentos defendidos por Boyle já são grandes especulações as teorias atômicas e transformações químicas ocorridas nos materiais, ou seja, vê-se nas ideias do químico irlandês grandes contribuições para o desenvolvimento da estrutura da matéria (Frezzatti, 2005).

No âmbito da eletricidade, as pesquisas em torno dos fenômenos elétricos agora começavam a avançar rapidamente a procura do entendimento e explicação do “famoso” fluido elétrico. Pode-se destacar desta forma, um longo caminho de experiências elétricas desenvolvimento acelerado da eletricidade, mas com poucas especulações de átomos, isto é, já se conhecia grande parte do “poder” elétrico, mas ainda não conseguiam explicar o comportamento de tais fenômenos.

Com o intuito de armazenar o fluido elétrico, a fim de reter a carga elétrica para posteriores experimentos Pieter Van Musschenbroek, professor de física na Holanda, pioneiro no meio acadêmico, descobriu acidentalmente um dispositivo capaz de manter a eletricidade da mesma forma como se armazena água em um frasco de vidro. Este aparato ficou conhecido como garrafa de Leyden, em virtude da cidade em que ocorreu sua descoberta. O dispositivo é na verdade, um capacitor primitivo (Oki, 2000).

A ideia já existente sobre o fluido elétrico e sua continuidade era de grande interesse para vários estudiosos da época procurando a sua utilização e uma forma de contê-lo por mais tempo. Os estudos eram baseados em entender a natureza do fluido elétrico e qual sua relação com o mundo. Ainda não se sabia explicar se a eletricidade advinda da garrafa de Leyden tinha a mesma natureza daquela observada nos raios das tempestades e ainda, se o mesmo se dizia para algumas espécies de peixes que teriam uma picada semelhante ao choque produzido pelo contato com a garrafa de Leyden carregada. A dúvida era se a eletricidade artificial e a eletricidade observada na natureza se tratavam da mesma coisa.

Uma das mais intensas contendas nos estudos sobre eletricidade no âmbito da ciência se deu entre Luigi Galvani e Alessandro Volta, ambos estudavam e eram fascinados pela eletricidade, mas uma série de acontecimentos e de controvérsias os fizeram rivais. Luigi Galvani, médico, filósofo e professor de Anatomia na Universidade de Bolonha, na Itália. Possuía bases católicas tradicionalistas onde acreditava que os homens serviam a Deus através da ciência e que estes não podiam contestá-lo. Já Alessandro Volta, físico da Universidade de Pavia, também na Itália, tinha um pensamento liberal, estava inserido em uma comunidade iluminista, movimento cultural movido pelos intelectuais da época e que visava a razão para entender o Mundo.

Luigi Galvani concentrava seus estudos da utilização da eletricidade em seres vivos, a chamada eletricidade médica, utilizada para fins terapêuticos. Em 1781, ele percebeu acidentalmente um efeito semelhante a uma corrente elétrica quando dissecava uma rã e observou que os membros



inferiores dessecados poderiam produzir contrações quando seus nervos estavam em contato com um metal, ou seja, quando o nervo interno da perna do animal era tocado por um bisturi esta sofria uma contração. Essas contrações cometiam tanto com o uso de eletricidade (máquinas eletrostáticas) e também em contato com pares metálicos. Nessa perspectiva, defendia existir uma eletricidade animal (Germano, Lima & Silva, 2012) a qual julgou ser semelhante a aquela observada pelos raios e pela garrafa de Leyden e que o fenômeno elétrico ou fluido nervoso era proveniente de algo produzido pelo animal (Boni, 2007).

Alessandro Volta inicialmente acreditou na existência da eletricidade animal, porém concentrou-se no papel que tinha os metais nas contrações da perna da rã do experimento de Galvani e relacionou a eletricidade metálica com a eletricidade do atrito tentando sentir o sabor característico de pares metálicos – posteriormente defendida pela teoria de contato (Boni, 2007), tendo argumentos para revidar a ideia da eletricidade animal e ir à contrapartida às ideias de Galvani. Em seus estudos, atribuiu a consequência de existência de condução elétrica no experimento da rã proposto por Galvani, aos metais condutores e ao fluido existente no tecido animal. Para ele, o que permitia a condução elétrica era o contato entre metais e um condutor úmido, indo em controvérsia a ideia apontada por Galvani a existência de eletricidade animal. Realizou seus experimentos em 1799 e divulgou em 20 de março de 1800 em comunicado ao Presidente da Sociedade Real de Londres (Germano, Lima & Silva, 2012). Volta conseguiu, pela primeira vez, uma fonte de corrente elétrica constante onde toda a eletricidade provinha dos materiais que a constituíam, sem nenhuma eletricidade artificial adicional. A sua fonte ficou denominada como pilha, por ser constituída por uma pilha de metais junto a papéis umedecidos de solução salina. Era formada por discos de prata e zinco ou prata e chumbo, prata e estanho ou cobre e estanho, sendo cada par metálico separado por um material absorvente embebido em sal (Germano, Lima & Silva, 2012). Volta conseguiu constituir o conceito de corrente elétrica por ter um fluxo constante de carga além de um avanço nos estudos sobre os metais.

Sua teoria foi mais convincente para os estudiosos derrubando a teoria proposta por Galvani. Essa descoberta enfraqueceu o pensamento sobre eletricidade animal, baseado no pensamento conservador católico, prevalecendo o conhecimento racional de Alessandro Volta com bases iluministas.

Na perspectiva do surgimento da pilha elétrica, havia várias vertentes a respeito da ideia de constituintes da matéria, porém todas elas já discutidas anteriormente, alguns defendiam os pensamentos de Boyle e outros eram seguidores aristotélicos. Ainda no século XVIII, os pesquisadores da época já conseguiam armazenar eletricidade de forma contínua através da pilha de Volta, mas ainda não entendiam a natureza da eletricidade. O fluido elétrico ainda era um problema a ser resolvido, uma vez que os cientistas não conseguiam entender a natureza dos fenômenos elétricos. Nesse sentido, a busca da natureza do fluido elétrico, impulsionou os estudos das descargas elétricas em gases que começavam a se expandir e intrigavam as pesquisas a respeito dos fenômenos elétricos. Nota-se assim, que os cientistas trabalhavam com eletricidade, máquinas eletrostáticas, conheciam o princípio de materiais condutores e isolantes, já haviam descoberto a pilha elétrica, mas ainda não entendiam quais partículas formavam a eletricidade e como ocorria a





fluidez de tais fenômenos. A eletricidade era vista, em muitos dos casos, como mera curiosidade, mas isso começava a mudar com os estudos de Faraday.

Michael Faraday, através de diversos estudos realizados em descargas em gases concluiu que fenômenos luminescentes eram favoráveis pela rarefação do ar. Nessa época, os cientistas eram intrigados pela seguinte questão, “A eletricidade pode atravessar o nada?” Vale ressaltar que até o século XVI as ideias do vácuo eram bastante repudiadas pela comunidade científica (Peduzzi, 2008).

As experiências com descargas elétricas em gases em tubos próximos do vácuo demarcam e antecedem as pesquisas dos estudos elétricos em nível submicroscópico. Com o aperfeiçoamento da técnica para rarefação por Geissler e outros contribuintes há uma melhora no desenvolvimento dos experimentos. Já no século XIX, William Crookes, um físico e químico inglês conhecido no espiritismo por desenvolver diversos estudos sobre a materialização de espíritos e no campo científico por conseguir isolar o tálio. Crookes ao estudar tubos de Geissler, criou uma ampola bem próxima do vácuo e ao aplicar descarga na ampola obteve uma luminosidade que parecia vir de uma das extremidades, mais tarde ele nomeou o feixe de luz como raios catódicos, uma vez que percebeu que o feixe se originava do catodo (eletrodo negativo). Foi comprovado que estes raios possuíam massa e, portanto, eram partículas e exerciam uma sombra projetada na parede do vidro ao colocar uma cruz de malta na ampola (Serra, 2008). Os experimentos de Crookes abriram as portas para a posterior descoberta do físico JJ Thomson. Nesse momento, o átomo já era mencionado por Dalton para tratar das moléculas elementares dos gases atmosféricos. Para explicar as misturas gasosas, Dalton propôs que átomos iguais sofriam repulsão quando juntos e átomos diferente não sofria nenhum efeito ao juntar-se, construindo posteriormente a primeira teoria atômica da história (Viana & Porto, 2007).

JJ Thomson trabalhou no laboratório Cavendish, este laboratório tornou-se uma enorme escola científica, a qual teve como uma de suas direções o próprio Thomson, cientistas como Rutherford e Aston foram seus alunos (Serra, 2008). Através de grandes integrações em estudos no laboratório Cavendish, Thomson, além de coordenar o trabalho de outros cientistas, junto a seus colaboradores perceberam que os raios catódicos eram formados por cargas negativas, uma vez que um eletrodo colocado frente a esses raios tornava-se eletrizado negativamente, mais tarde, Thomson descobriu que esses raios eram na verdade, elétrons, pois eram portadores de eletricidade (Peduzzi, 2008; Serra, 2008).

A descoberta dos elétrons foi o passo decisivo para o desenvolvimento da estrutura atômica e fundamental para o surgimento dos primeiros modelos atômicos. Desta forma, percebe-se a permanência da eletricidade no contexto histórico químico. Estas descobertas permitiram um grande desenvolvimento nas indústrias eletrônicas do mundo moderno.

Debates como estes são muito pouco discutido em nível universitário, muito menos ainda na formação dos docentes. Mas, se a eletricidade é de fundamental importância para o desenvolvimento da pilha elétrica, além de impulsionar as primeiras ideias sobre modelos atômicos e o desenvolvimento da estrutura da matéria, por que não incluir discussões desse tipo neste nível de ensino? Fica evidente, dessa a forma, a presença dos fenômenos elétricos no contexto da pilha e



da estrutura da matéria. Tais descobertas foram desenvolvidas a partir do desenrolar da eletricidade. Em virtude de todos os benefícios e vantagens que podem ser proporcionados pela inserção de abordagens históricas na formação de professores, é indispensável à inclusão da eletricidade no contexto histórico desses dois conceitos.

## CONCLUSÃO

Através deste estudo, é notória a presença da eletricidade no contexto histórico para o desenvolvimento da pilha elétrica e das primeiras ideias para elaboração dos primeiros modelos da estrutura da matéria. Apesar disto, percebem-se poucos destaques da utilização dos fenômenos elétricos na construção histórica de tais conceitos. Abordagens contextualistas, além de permitirem um desenvolvimento crítico e dinâmico acerca da construção do conhecimento científico permitem também uma epistemologia histórica em torno da História das Ciências.

Dessa forma, a escassez de materiais a respeito desta temática aponta para necessidades de profundos debates em torno da eletricidade e do desenvolvimento da pilha e da estrutura da matéria, principalmente na formação inicial de professores, uma vez que se trata de conceitos de extrema importância e relevância principalmente na Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONI, R. S.(2007). *A pilha voltaica de Alessandro Volta (1745-1827): Diálogos e conflitos no final do século XVIII e início do século XIX*. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Bonini, H. E., & Porto, P. A. (dezembro de 2007). O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *QNEsc*, 4-12.

Cindra, J. L., & Teixeira, O. P. (Dezembro de 2005). A evolução das idéias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, pp. 379-399.

Feijó, L. A. F. Jr. (2008). *A história do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) - Faculdade de Física da Pontifícia, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 55 f.

Frezzatti, W. A. Jr. (2005). Boyle: A introdução do mecanicismo na Química. *Revista Varia Scientia*, 5, 139-156.

Filgueiras, C. A. (2004). Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, 38-44.





Germano, M. G., Lima, I. P., & Silva, A. P. (Abril de 2012). Pilha Voltaica: entre rãs, acasos e necessidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, pp. 145-155.

Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 12, 164-214.

Oki, M. d. (2000). A Eletricidade e a Química. *Química Nova na Escola*, 34-37.

Oki, M. d., & Moradillo, E. F. (2008). O ensino de história da Química contribuindo para compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação*, 67-88.

Peduzzi, L. O. (2008). *Do átomo grego ao átomo de Bohr*. Acesso em 12 de dezembro de 2013, disponível em Departamento de Física: UFSC: [http://www.lantec.ufsc.br/fisica/textos\\_hipermedia/tex3-evol%20jul15.pdf](http://www.lantec.ufsc.br/fisica/textos_hipermedia/tex3-evol%20jul15.pdf)

Sá-Silva, J. R., Almeida, C. D., & Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História e Ciências Sociais*, 1-13.

Serra, I. (2008). Joseph John Thomson: as descargas em gases e a descoberta do electrão. *História e Filosofia das Ciências*, (pp. 1-14).

Viana, H. E., & Porto, P. A. (dezembro de 2007). O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *Química Nova na Escola*, 4-12.