

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CAMPUS DE UBERLÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Gustavo Santana de Oliveira

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: ANÁLISE DO SEU USO E INCENTIVO À  
UTILIZAÇÃO**

**UBERLÂNDIA 2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

O48h  
2018      Oliveira, Gustavo Santana de, 1988-  
            História da Ciência e Ensino : análise do seu uso e incentivo à  
            utilização / Gustavo Santana de Oliveira. - 2018.  
            76 f. : il.

            Orientador: Deividi Marcio Marques.  
            Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática.

            Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.557>

            Inclui bibliografia.

            1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Ciência - História - Teses. 3.  
Química - Estudo e ensino - Teses. 4. Química - Formação de  
professores - Teses. I. Marques, Deividi Marcio. II. Universidade Federal  
de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

---

Glória Aparecida – CRB-6/2047

## 5. PRODUTO DA DISSERTAÇÃO

Durante os estudos, observou-se que os principais equívocos cometidos pelos professores quando desejavam ou indicavam estar usando a História da Ciência eram a noção atemporal dos fatos, ignorando completamente o contexto histórico, político e social vivenciado no momento das descobertas científicas; a supervalorização de personagens, tidos como heróis e fora de série, que, com os seus intelectos avançados e momentos de inspiração, conseguiram mudar a história através de suas descobertas científicas; além da ideia de que as descobertas científicas que não apresentam mais aplicabilidade são anuladas para que outras mais modernas e corretas possam entrar em seu lugar. Esses equívocos foram confirmados pela observação das aulas e se perpetuam no material didático utilizado pelos professores.

Logo, tendo como base esses equívocos, o presente trabalho propõe-se a criar um material informativo mostrando como um conteúdo da Química, mais precisamente aquele trabalhado por um dos professores em sua aula (modelo atômico de Thomson), pode ser apresentado por uma visão diferente daquela apresentada pelos professores e pelo material didático, uma visão mais condizente com a História da Ciência, para que os professores interessados possam utilizar esse material como uma fonte de ideias, servindo, se assim for possível, como fonte de inspiração para uma mudança de postura em relação à HC. Dessa forma, esse material propõem-se a auxiliar, sendo essa a principal razão de apenas um tema abordado por um dos professores ter sido escolhido para esse fim. Não se almeja de forma alguma corrigir os professores e muito menos menosprezar os seus conhecimentos, logo não se escreverá um material informativo para cada um dos assuntos trabalhados pelos dois professores.

Tratar-se-á aqui sobre as contribuições de Joseph John Thomson<sup>9</sup> na elaboração das ideias sobre os modelos atômicos, além de elucidar uma parte do contexto relacionado à descoberta da radioatividade. Mas, ao se falar de Thomson, não se pode deixar de citar todo o contexto e todos os cientistas que, com suas descobertas e experimentos, serviram de inspiração para que Thomson propusesse sua teoria.

---

<sup>9</sup> Alguns fatos históricos e a linha de raciocínio traçada foram retirados da tese de doutorado de Cesar Valmor Machado Lopes, intitulada *“Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica”*, e do artigo de Roberto Vieira Martins *“Como Becquerel não descobriu a radioatividade”*.

Um cientista que contribuiu com Thomson foi Rutherford. Nascido na Nova Zelândia, em 30 de agosto de 1871, Rutherford, durante a sua graduação, realizou pesquisas envolvendo aplicação de correntes elétricas em fios de ferro, com o intuito de magnetizá-los. Essas pesquisas foram úteis para que, posteriormente, pudessem auxiliar Joseph John Thomson na criação de um experimento formado por tubos preenchidos com gases rarefeitos, em que poderia estudar os até então nomeados raios catódicos (anteriormente chamados de “raios de brilho”; o nome atual foi dado em 1876 por Eugen Goldstein), analisados desde 1709, porém de uma forma não completa, sem que se tivesse produzido um laudo final. Esse experimento foi importante para que Thomson pudesse realizar a sua grande descoberta (os elétrons) e, posteriormente, propor o seu modelo atômico mais famoso.

Na época, a única coisa que sabiam era que esses raios catódicos eram visualizados na forma de um feixe luminoso que surgia quando aplicava-se uma corrente elétrica num tubo preenchido com gás rarefeito. Diversos outros cientistas realizaram o mesmo experimento de Thomson, sendo Wilhelm Conrad Roentgen um deles, entretanto o seu sucesso vem do fato de ele ter conseguido obter um bom vácuo dentro do aparelho e um bom feixe de luz. Mas, antes de se falar sobre Thomson e seu experimento, será falado um pouco sobre esses raios catódicos e o que os seus estudos proporcionaram para a ciência.

Quando se fala do tubo de raios catódicos<sup>10</sup>, foca-se nos raios catódicos em si. Entretanto esse mesmo aparelho foi responsável pelo advento de uma grande área na ciência, que estuda os fenômenos provenientes da radioatividade.

A primeira pessoa que observou outro ponto nesse aparelho foi Wilhelm Conrad Roentgen no ano de 1895. Roentgen notou que uma placa coberta com algum material fluorescente apresentava pontos luminosos quando se encontrava próxima ao experimento do tubo de raios catódicos. Dessa forma, concluiu que, seja lá o que fosse que estivesse provocando essas pequenas luminosidades na placa, teria tido origem do aparelho de raios catódicos. Mas não poderiam ser esses raios catódicos os causadores das manchas luminosas na placa? Roentgen prontamente excluiu essa ideia, visto que o tubo de raios catódicos estava coberto por um material opaco, e esses raios não conseguiam atravessar o invólucro de vidro do experimento e, mesmo que conseguissem, seriam rapidamente absorvidos pelo ar, desaparecendo.

---

<sup>10</sup> Para um melhor entendimento de como funciona esse experimento, sugere-se a visualização do vídeo “*Tubo de raios catódicos*” através do link <https://www.youtube.com/watch?v=ZUkJLEdOIWw>. Apesar de ser em inglês, o vídeo é interessante para a observação do fenômeno dos raios catódicos.

O que estivesse provocando a luminosidade na chapa estava conseguindo se propagar através de grandes distâncias de ar e, como não deixava rastros visuais, era invisível. Importante ressaltar que esses raios misteriosos conseguiam também atravessar o material opaco que envolvia o experimento do tubo de raios catódicos, o que, novamente, era mais um forte indício de que Roentgen estava lidando com algo novo, algo inédito. Como não sabia a origem desses raios e muito menos do que se tratava, Roentgen os nomeou de raios x.

Intrigado, Roentgen prosseguiu realizando vários testes com os raios x. Observou que, mesmo que fosse colocado algum anteparo entre o tubo de raios catódicos e a chapa com o material fluorescente<sup>11</sup>, os raios x, de alguma forma, ainda conseguiam atravessar o obstáculo e provocar luminescências na chapa. Mas talvez o maior experimento por ele realizado, e também o mais famoso, foi a produção da primeira imagem da estrutura interna do corpo humano (no caso dos ossos) por meio de impressão de uma chapa fotográfica pelos raios x. A descoberta desse “poder” dos raios X mexeu bastante com a sociedade científica, e, nos anos que se seguiram, vários cientistas repetiram esse experimento. É importante ressaltar que, por mais que trouxesse algo novo para a sociedade, que era a visualização dos ossos de um ser sem que ele estivesse morto, a utilização dessa técnica não vinha acompanhada de muita segurança, o que colocava em risco a saúde dos participantes. A não utilização de formas que visassem a uma maior segurança não era feita por maldade ou por descaso, era simplesmente por falta de conhecimento, na época, daquilo com que eles estavam lidando e dos seus possíveis perigos. Mas, apesar de tudo, esses raios foram fontes de inspiração para vários cientistas e base de estudo de tantos outros, tais como Henri Poincaré, Joseph Thomson e Henri Becquerel. Aliás, sempre que se fala sobre radioatividade, o nome de Henri Becquerel vem associado a esse assunto. Mas qual o motivo dessa associação? Como de fato Becquerel contribuiu para o tema? Para responder a essas perguntas, a seguir será analisado um pouco mais da sua vida e obra.

Aqui pode-se demonstrar mais uma vez que não se devem analisar as descobertas de um cientista de maneira isolada, fora de um contexto. Está tudo interligado. O trabalho de um cientista serve de apoio e inspiração para outro. Um exemplo disso é o trabalho feito por Henri Poincaré. Poincaré baseou seus estudos na afirmação de Roentgen, que os raios X eram produzidos quando as paredes do tubo de vidro eram atingidas pelos raios catódicos. Ao

---

<sup>11</sup> Fenômeno pelo qual uma substância emite luz visível quando exposta a radiações. Essa emissão se dá de forma imediata, cessando após a retirada da fonte de excitação.

chocarem com a parede de vidro, os raios X produziam também uma luminescência no local. Poincaré pressupôs, então, que haveria alguma relação entre essa emissão de luz e os raios X. Ele também afirma que os raios X seriam algo novo. Para sustentar a sua afirmação, ele publica um artigo em que afirma que os raios x não são raios catódicos por não sofrerem desvios perante a presença de um ímã; não são da mesma natureza que a luz por não sofrerem reflexão e refração (em um prisma). Poincaré se questionava se todos os corpos que apresentassem fluorescência intensa não seriam capazes de emitir, além de luz, raios x.

Os estudos de Poincaré motivaram Chalés Henry, que descobriu que o sulfeto de zinco fosforescente<sup>12</sup> é capaz de aumentar os efeitos dos raios X. Logo qualquer objeto metálico, ao ser coberto com tal substância, terá uma radiografia mais forte e nítida. Chalés Henry foi mais longe, ao conseguir obter efeitos semelhantes ao de uma radiografia trocando a fonte de radiação por uma luz produzida pela queima de uma fita de magnésio e envolvendo o objeto-alvo em sulfeto de zinco fosforescente, o que confirmou a hipótese de Poincaré. Posteriormente, o cientista Niewenglowski reforçou os resultados de Chalés Henry ao realizar um experimento com sulfeto de cálcio fosforescente, mostrando que materiais fosforescentes poderiam emitir raios X quando iluminados.

Voltando a Becquerel, ele realizou um experimento semelhante ao de Niewenglowski, que consistia em envolver uma chapa fotográfica em duas folhas de papel negro, colocando uma amostra da substância fosforescente sobre o anteparo, utilizando um sal de urânio. Em um primeiro momento, acreditou-se que o sal utilizado pudesse estar emitindo também os raios x, entretanto Becquerel tratou de desmistificar esse fato, provando que as radiações emitidas por esse material são menos penetrantes do que os raios x comum e, ao contrário dos raios x, não podem ser “desligadas”, no sentido de que, mesmo cessando a fonte excitadora, o material continuava a emitir essa radiação. A essas emissões atribuiu-se o nome de “raios de Becquerel” e, futuramente, foram classificadas como radioatividade (emissões espontâneas feitas por átomos instáveis). Entretanto não foi Becquerel quem batizou a radioatividade<sup>13</sup>. Esse mérito é dado a Marie Curie, que o fez tendo como estímulo os estudos realizados por Becquerel. Logo pode-se concluir que, para que Marie pudesse ter interesse nisso, fazendo novas descobertas sobre o assunto, os trabalhos de Becquerel foram extremamente

---

<sup>12</sup> Capacidade apresentada por certos materiais de emitir luz, mesmo na ausência de luz. Para melhor compreender esse fenômeno, sugere-se a visualização do vídeo “Mago da Física – Fontes de Luz: Fluorescência x Fosforescência” através do link [https://www.youtube.com/watch?v=E7myRTmV\\_Pk](https://www.youtube.com/watch?v=E7myRTmV_Pk)

<sup>13</sup> Para um maior entendimento do assunto e um resumo completo sobre, recomenda-se a leitura do artigo “Marcos da história da radioatividade e tendências atuais” de Allan Moreira Xavier et al. **Química Nova**, 2007.

importantes. Vê-se, portanto, a necessidade de não tratar um cientista de maneira isolada dos outros. Um cientista motiva, auxilia e, mesmo com seus erros, serve de inspiração para que outros consigam efetuar suas descobertas e inovações.

Uma vez criado o termo radioatividade, podem-se retomar alguns cientistas que estudaram o tema. Um deles inclusive já foi citado, que é Ernest Rutherford.

Rutherford, por meio de um experimento que conseguia medir a intensidade de uma emissão radioativa, consegue identificar dois tipos de emissões, sendo uma que interagiu mais rapidamente com a matéria e outra com maior poder de penetração, nomeadas de partícula alfa e beta, respectivamente. Sobre as partículas beta, uma maior elucidação é dada por Antoine Henri Becquerel, que, em 1900, mostrou que elas tinham pouca massa (assim como os elétrons descobertos por Thomson) e que eram projetadas com velocidade compatível à velocidade da luz. Entretanto a descoberta das emissões não cessa por aí. Após a análise do rádio, elemento descoberto e caracterizado por Marie Curie, outro cientista chamado Paul Villard propôs a existência de outro tipo de emissão com a característica de ser mais penetrante que as emissões previamente descobertas por Rutherford. A essa emissão deu-se o nome de radiação gama.

Um ponto interessante de ser citado, que mostra que a Ciência compõe-se de fatos intercalados entre si e que um mesmo fato pode ser objeto de estudo de vários cientistas simultaneamente, é que, quase na mesma época, Rutherford e Marie realizaram estudos sobre a capacidade de um material radioativo tornar objetos sólidos ao seu redor momentaneamente radioativos. Esses cientistas chegaram às mesmas conclusões partindo de fontes diferentes, tendo Rutherford realizado suas pesquisas com tório, e Marie, com rádio. Isso, de certa forma, desmistifica a noção de que as descobertas científicas provem de *insights* e momentos de inspiração. Não sendo fruto do acaso, as descobertas são resultados de pesquisas e esforços de pessoas normais, assim como nós.

Sobre o rádio, vale citar como ele foi isolado e descoberto por Marie. Juntamente com o seu marido Pierre, Marie estudava uma determinada substância que apresentava a capacidade de ionizar o ar ao seu redor. Após pesquisas, foram encontrados alguns outros materiais que também apresentavam essa capacidade, mais precisamente amostras que continham bismuto e bário. Esses elementos, quando isolados, não apresentavam essa capacidade de ionização do ar. O casal Curie deduziu então que, não sendo esses elementos responsáveis pelo fenômeno observado, a resposta deveria estar em algum outro elemento que

deveria estar associado ao bário e ao bismuto quando estes eram retirados de um mineral chamado pechblenda (mineral do qual consegue-se obter urânio por meio de processos de purificação). Utilizando técnicas de separação, o casal conseguiu isolar esses novos elementos e os nomeou polônio (em homenagem ao país natal da Marie) e rádio.

Após a análise de um dos “caminhos” produzidos pelo estudo dos tubos de raios catódicos, analisa-se agora o outro, que são justamente esses raios. Nesse ponto, destacam-se as contribuições de Joseph John Thomson, que, sendo inspirado por outros cientistas e por meio de muito esforço e dedicação, conseguiu contribuir com a elucidação desses raios catódicos.

Thomson nasceu na Inglaterra no dia 18 de dezembro de 1856. Por sugestão do pai, ingressou no Owens College para cursar engenharia, onde desenvolveu um grande interesse por física e pelas ideias de John Dalton, apresentadas a ele por seus professores. Thomson, durante a sua graduação, teve aulas com vários professores que o inspiraram e lhe deram novas ideias, além de ter tido contato com o recém-publicado (para a época) tratado sobre eletricidade e magnetismo, algo que o inspirou fortemente e se fez presente nos seus experimentos futuros. Assim, admite-se que foram os fatores que fizeram com que Thomson realizasse os seus experimentos da forma que foram realizados.

Uma grande característica que pode ser atribuída a Thomson, além do seu conhecimento matemático, é a capacidade de ser “maleável”, ou seja, conseguir adaptar suas ideias ao contexto em que vivia e com as publicações e pesquisas que estavam em evidência na época. A prova disso é que, diferentemente do que muitos pensam, Thomson não propôs apenas um modelo para átomo. Sua contribuição na área da atomística é muito mais profunda e rica, passando pela aplicação do modelo atômico de Vortex<sup>14</sup>, proposto por Lorde Kelvin, no entendimento da valência de um átomo, até chegar à proposição de um modelo chamado Girostatos, sendo este fortemente inspirado pelas ideias de Faraday.

A proposição de um novo modelo por Thomson veio porque a utilização do modelo de Vortex não estava dando a ele as respostas que esperava ao ter iniciado os seus experimentos com descargas elétricas. Por isso Thomson se propôs a criar um novo modelo que atendia às suas descobertas experimentais, um modelo no qual o átomo seria formado por pequenos girostatos (sólidos em um movimento de rotação rápida em torno do seu eixo) cujo sentido de

---

<sup>14</sup> Modelo que defendia que os átomos eram formados por um conjunto de tubos vórtices fechados no éter infinito.

rotação atribuía ao átomo cargas positivas ou negativas. A partir desse experimento, Thomson começou a considerar a contribuição de partículas subatômicas no desdobramento de propriedades atômicas.

Nesse ponto é que se chega ao conhecido experimento realizado por Thomson. Como dito anteriormente, realizar experimentos com raios catódicos não era exclusividade dele, sendo que diversos outros cientistas se propuseram a fazer tal experimento. Entretanto o sucesso de Thomson se deve à bagagem cultural e de experiências que já carregava, além das mudanças previamente listadas em seu experimento. Esse experimento é descrito por Da Silva et. al (2011, p. 1601):

O raio (feixe de partículas) que sai do catodo passa através de uma região (região de deflexão), onde está sujeito a forças elétricas ou magnéticas, aplicadas perpendicularmente a direção original do raio. Em seguida, o raio passa por uma região mais extensa, livre de forças (região de arrasto), onde se move com movimento retilíneo uniforme, até alcançar o fim do tubo. Uma mancha luminosa aparece onde o raio (as partículas do raio) bate na parede do vidro no final do tubo. O experimento de Thomson consistiu em medir o deslocamento produzido pelas forças no raio; o deslocamento é dado pela distância entre a posição da mancha e a direção original do raio (quando não há forças).

É importante ressaltar que, na época, havia uma grande discordância sobre o que viriam a ser os raios catódicos. Alguns cientistas os consideravam como ondas, e outros como partículas.

O experimento levou Thomson a descobrir um valor para a relação carga/massa das partículas produzidas dentro do equipamento. Devido à universalidade desse valor (mesmo que se trocassem o gás dentro do tubo e o material do cátodo, o resultado não era alterado), Thomson deduziu que toda e qualquer matéria seria formada por partículas fundamentais possuidoras de uma pequena massa (a menor conhecida até a época). Essas partículas fundamentais, na época, foram denominadas por Thomson de corpúsculos, tendo o seu nome atual, que é elétrons, atribuído posteriormente. Entretanto não foi Thomson que criou o nome “elétron”, este foi proposto anteriormente por George Johnstone Stoney para designar a unidade de eletricidade que um átomo pode ganhar ou perder quando se torna íon.

Com esse experimento e embasado na sua experiência, Thomson propôs que todo e qualquer átomo seria formado por uma grande quantidade de corpúsculos eletricamente negativos, dispostos em anéis coplanares englobados em uma esfera de carga positiva. Entretanto o modelo proposto por Thomson não é perfeito, pois, ao afirmar que os elétrons estariam em grande quantidade em um átomo, Thomson também disse que, devido a esse fato,

os elétrons seriam os responsáveis pela massa do átomo. Hoje se sabe que isso é um equívoco, visto que a maior parte da massa do átomo provém da sua região nuclear, onde se localizam, dentre outras subpartículas, os prótons e os nêutrons.

É interessante notar mais um exemplo de um cientista que não trabalhou de forma isolada. Quando propôs a existência desses corpúsculos, Thomson afirmou que toda matéria possuiria essas cargas na forma de um número inteiro, nunca uma fração, sendo um múltiplo inteiro da carga carregada pelo hidrogênio. Aqui, não por mera coincidência, tem-se uma referência clara às ideias de Prout, que, em sua teoria, também fazia uso do átomo de hidrogênio (ao afirmar que todos os átomos de todos os elementos eram formados por átomos de hidrogênio). Aliás, um dos fatores que fizeram com que Thomson se interessasse por essa área atômica foram justamente as ideias de Prout. Esse modelo proposto por Thomson é, de certa forma, inspirado no modelo de Vortex, previamente utilizado por ele.

Atualmente esse novo modelo de Thomson é ensinado fazendo-se analogia à imagem de um pudim de passas, em que as passas seriam os elétrons encrustados em uma massa positiva, representada pela massa do pudim. Entretanto, segundo Lopes e Martins (2009), essa analogia, para nós aqui no Brasil, não seria um facilitador para a compreensão do modelo atômico de Thomson. Nesse momento, surge uma pergunta a você, prezado leitor: alguma vez já encontrou um pudim de passas em algum supermercado ou padaria? Muito pouco provável. Essa sobremesa, tipicamente inglesa, não faz parte do cardápio brasileiro, sendo, portanto, estranha a muitas (a grande maioria) pessoas. Além disso, segundo os autores, em muitos livros, adaptam-se as características do modelo atômico de Thomson às do pudim de passas. Logo, com isso, o uso de analogias em detrimento da real ideia do átomo passa a ser questionável.

Assim, a partir do o que foi exposto, pode-se ver claramente que, para chegar à proposição do seu modelo atômico, Thomson não partiu do nada, ou seja, não foi agraciado com um momento de inspiração. Para tal, precisou da contribuição de outros cientistas (como Faraday, por exemplo) e de adaptar as suas descobertas, mais precisamente, às novas teorias que surgiam a cada momento. Logo pode-se afirmar que Thomson mudava a sua ideia e o seu jeito de pensar conforme ocorriam determinados fatos e a descoberta de determinadas teorias. Isso justifica a afirmação de que ignorar o contexto social, político e cultural da época de proposição das teorias é errado, pois, como comprovado, todos esses fatores se encontram interligados.

## 6. REFERÊNCIAS:

ALVIM, M. H.; ZANOTELLO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.

AMARAL, Carmem Lúcia Costa; DA SILVA XAVIER, Eduardo; MACIEL, Maria DeLourdes. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2016.

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARP, E. Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: uma proposta para trabalhar o tópico radioatividade. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. ISSN 2178-2911**, v. 8, p. 50-67, 2013.

BARDIN, L.L'*analyse de contenu*. 1977.

BASSALO, J. M. F. A importância do estudo da História da Ciência. **Revista da SBHC**, v. 8, p. 57-66, 1992.

BASTOS, F. História da Ciência e Pesquisa em Ensino de Ciências: Breves Considerações. IN: *Questões Atuais no Ensino de Ciências*. NARDI, R. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.p. 43-52.

BASTOS, F. ET al. Formação continuada de professores: contribuições de estudos sobre História da Ciência. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, p. 2093-2104, 2014.

BECKER, F.. O que é construtivismo. **Revista de educação AEC, Brasília**, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.

BELTRAN, M. H. R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. Instituto de Ciências Exatas e Informática. Abakós, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.67-77, maio 2013.

BRASIL, B. L. P. C. N., & Médio, P. C. N. E. (2002). PCN+ para o Ensino de Ciências e Matemática. *Brasília: Ministério da Educação*.

BRASIL. (2017). Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. *Brasília: Ministério da Educação*.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

CACHAPUZ, A. et al. Uma visão sobre o ensino das Ciências no pós-mudança conceitual: Contributos para a formação de professores. **Inovação**, v. 13, p. 117-137, 2000.

CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Rev Bras Enferm**, v. 57, n. 5, p. 611-4, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672004000500019>

CAMPOS, F. Reforma do ensino secundário (decreto 19890, 18 de abril de 1931). In: O Ensino Secundário no Brasil e sua atual legislação: de 1931 a 1941 inclusive. São Paulo: Oficinas de José Magalhães, 1942.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto contexto enferm**, v. 15, n. 4, p. 679-84, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Revista científica de educação**, v. 10, n. 10, 2008.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí, 1ª ed. 2000, 434 p., 2ª ed. 2001, 438 p

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social*. 2006.

CHEID, N. M. J.; DELIZOICOV, D.; FERRARI, N. A proposição do modelo de DNA: um exemplo de como a História da Ciência pode contribuir para o ensino de genética. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, 2003.

DALLABRIDA, N. A reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. **Educação**, v. 32, n. 2, 2009.

DA SILVA, Luiz Cezar Mendes; SANTOS, Wilma Machado Soares; DIAS, Penha Maria Cardoso. A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 1, p. 1601, 2011.

DA SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

DE ANDRADE MARTINS, R. A. Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Roentgen. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 20, n. 4, p. 373, 1998.

DE ASSIS MARTORANO, S. A.; MARCONDES, M. E. R. Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da História da Química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. ISSN 2178-2911, v. 6, p. 16-31, 2012.

DE CAMARGO LINHARES, M. L.; QUELUZ, G. L. O Estudo da Termodinâmica em Sala de Aula: Uma Perspectiva Crítica a Partir da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. ISSN 2178-2911, v. 13, p. 1-14, 2016.

DE CASTRO, R. S.; DE CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.

DE QUADROS LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química/History and philosophy of science contributions to the construction of scientific knowledge in chemistry. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2012.

DE MELLO FORATO, T. C.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

DIAS-DA-SILVA, M. H. G. F. et al. A REESTRUTURAÇÃO DAS LICENCIATURAS: alguns princípios, propostas e (pré) condições institucionais. **Revista Diálogo Educacional**, v. 8, n. 23, p. 15-37, 2008. <https://doi.org/10.7213/rde.v8i23.3955>

ELLWANGER, A. L.; ALVES, M. A.; FAGAN, S. B. AS IMPLICAÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE POPPER NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **VIDYA**, v. 36, n. 1, p. 15-27, 2016.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. **Estudos de história e filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 3-21, 2006.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; DA ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2016.

FERNANDES, M. A. M., & PORTO, P. A. (2012). Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. *Química Nova*, 35(2), p. 420-429. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000200034>

FERREIRA, A. M. P.; FERREIRA, M. E. de M. P. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. ISSN 2178-2911, v. 2, p. 1-13, 2010.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. História da Ciência—o que é. **Natal: UFRN**, 2009.

FILGUEIRAS, C. A. A História da Ciência e o objeto de seu estudo: confrontos entre a Ciência periférica, a Ciência central e a Ciência marginal. **Química Nova**, v. 24, n. 5, p. 709-712, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000500020>

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ci. Inf., Brasília**, v. 33, n. 3, p. 26-34, 2004.

FUSARI, J. C. O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de respostas. **Série Ideias**, n. 8, p. 44-53, 1990.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, p. 44-45, 2002.

GOMES, A. A. A construção da identidade profissional do professor: uma análise de egressos do curso de Pedagogia. In: **Mundos sociais: saberes e práticas**. 2008. P. 118.

GONDIN, C. M. M.; DE MATTOS MACHADO, V. A História da Ciência como Base para a Formação Docente no Ensino de Química no Ensino Fundamental: algumas reflexões. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. ISSN 2178-2911, v. 8, p. 1-19, 2013.

ISKANDAR, J. I.; LEAL, Maria Rute. Sobre positivismo e educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 3, n. 7, p. 89-94, 2002. <https://doi.org/10.7213/rde.v3i7.4897>

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>

LAKATOS, E. M., MARCONI, M.A. Fundamentos de metodologia - 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003. 310 p.

LEAL, R. B.. Planejamento de ensino: peculiaridades significativas. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 37, n. 3, p. 1-6, 2005.

LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm) Acesso em: 13/09/2016.

LINHARES, M. L. C. **O estudo da termodinâmica em sala de aula: uma perspectiva crítica a partir da história da Ciência**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LOPES, A. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

LOPES, C. V. M.; MARTINS, R. A. Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: o “pudim de passas” nos livros texto. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

LOPES, C. V. M.; MARTINS, R. A. Uma lacuna na história dos modelos atômicos em livros didáticos: John William Nicholson e a astroquímica. **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis**, 2007.

Mago da Física. Mago da Física - Fontes de Luz: Fluorescência x Fosforescência. YouTube, 19 jul. 2011. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=E7myRTmV\\_Pk](https://www.youtube.com/watch?v=E7myRTmV_Pk) Acesso em: 14 abril 2018.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, L. Al-Chueyr P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200011>

MARTINS, R. V. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 7, p. 27-45, 1990.

MORAES, M. C. O. paradigma educacional emergente: implicações na formação do professor e nas práticas pedagógicas. **Em Aberto**, v. 16, n. 70, 2008.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MOTA, G. C.; DAS GRAÇAS CLEOPHAS, M. História da Ciência: elaborando critérios para analisar a temática nos livros didáticos de química do ensino médio. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 33-55, 2015.

NARDI, R. **Questões atuais no ensino de Ciências**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda., 2015.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P.M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Proposições**, v. 18, n. 1, p. 213-226, 2016.

NETO, A. S. O QUE SÃO OS PCN? O QUE AFIRMAM SOBRE A LITERATURA?. **Debates em Educação**, v. 6, n. 12, 2014.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. 2008.

OLIVA, A. *Filosofia da Ciência*. Vol. 31. Zahar, 2003.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das Ciências. **Química Nova na Escola**, p. 31-36, 2003.

PARA O ENSINO, Parâmetros Curriculares Nacionais. Médio. **Brasília (DF)**, 1998.

PEREIRA, A. I.; AMADOR, F. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da natureza. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 191-216, 2007.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>

PILETTI, Nelson. Evolução do currículo do curso secundário no Brasil. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 13, n. 2, p. 27-72, 1987.

PINHEIRO, L. V. R. P. Fontes ou recursos de informação: categorias e evolução conceitual. *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*. Paraíba, v.1, n.1, 2006.

POLATI, F.; DIAS, V. S.; ZANETIC, J. A disciplina Gravitação no Curso de Licenciatura em Física da USP: objetivos e fundamentos de uma proposta guiada pela história e filosofia da ciência. **Khronos**, v. 1, n. 4, p. 72-83, 2017. <https://doi.org/10.11606/khronos.v0i4.134222>

PRIMON, A. L. M. et al. História da Ciência: da idade média à atualidade. **Psicol. inf.**, p. f35151-f35151, 2000.

Química no Vestibular. Tubos de raios catódicos. YouTube, 4 jun. 2016. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ZUkjLEdOIWw> Acesso em: 14 abril 2018.

RODRIGUES, M. B. C. Planejamento: em busca de caminhos. **Planejamento em destaque: análises menos convencionais**. Porto Alegre: **Mediação**, 2000.

ROSA, C. A. P. História da Ciência: da antiguidade ao renascimento científico. **Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão**, v. 1, 2012.

ROSA, D. L., DO AMARAL, A. M., MENDES, A. N. F. (2016). História da Química na Educação Básica: uma investigação nos livros didáticos. *Revista Conhecimento Online*, 1, 57-67.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto: da relevância da História da Ciência no ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis**, v. 5, p. 7-22, 1988.

SÁ-SILVA, J. R.; DE ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, 2015.

SILVA, C. C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para a aplicação no ensino**. Editora Livraria da Física, 2006.

SILVEIRA, H. E. **A História da Ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente**. 2008. 269 f. 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOARES, F. S.; DASSIE, B. A.; ROCHA, J. L.. Ensino de matemática no século XX—da Reforma Francisco Campos à Matemática Moderna. **Horizontes, Bragança Paulista**, v. 22, n. 1, p. 7-15, jan./jun. 2004, 2004.

VALENTE, M. E. A.. O Museu de Ciência: espaço da História da Ciência. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 53-62, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100005>

VIANA, H. E. B.; DOS SANTOS PEREIRA, L.; OKI, M. C. M. A História da Química como disciplina de graduação: Levantamento de concepções de graduandos do IQ/UFBA. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. ISSN 2178-2911**, v. 4, p. 6-12, 2011.

VIDAL, P. H. O. et al. A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000200004>

XAVIER, A. M. et al. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100019>