

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO(MCC)

TÍTULO : A aplicação de tópicos de História da Química no processo de ensino e aprendizagem: dificuldades dos alunos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Zuliani

Orientado : Anderson Luiz D´Abruzzo

BAURU - SP

2009

Anderson Luiz D'Abruzzo

A aplicação de tópicos de História da Química no processo de ensino e aprendizagem: dificuldades dos alunos.

Monografia de Conclusão de Curso (MCC), apresentada como exercício final no curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Faculdade de Ciências (FC), campus de Bauru, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Silvia R. Q. Aro Zuliani.

BAURU – SP

2009

Monografia de Conclusão de Curso

A aplicação de tópicos de História da Química no processo de ensino e aprendizagem: dificuldades dos alunos.

Anderson Luiz D´Abruzzo

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a Silvia R. Q. Aro Zuliani (Orientadora)

Prof.. Ms. Deividi Márcio Marques

Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS
BAURU – SP 2009

A minha família e professores que ajudaram
a concluir mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, Profª Drª. Silvia R. Q. Aro Zuliani, pela colaboração, compreensão, disposição e correções durante todo o trabalho.

A meus pais, Silvia e João, que me apoiaram e deram o suporte necessário durante todo o curso.

A minha esposa Larissa, pelo apoio, carinho, paciência e compreensão.

E a todos que contribuíram não só para a elaboração desse trabalho como também para a minha formação acadêmica.

“(...) não se estimula o estudante para que leia os clássicos históricos próprios de seu campo, trabalhos nos quais poderia encontrar outras maneiras de considerar os problemas que aparecem em seus livros-texto, porém nos quais poderia também encontrar problemas, conceitos e procedimentos que já foram descartados e substituídos por outros”

Thomas Kuhn

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos principais verificar de que maneira a inclusão de tópicos de história e filosofia da ciência em atividades de ensino voltadas para o Ensino Médio, exercem influência no processo de ensino e aprendizagem da Química. O sujeito de pesquisa foi um professor, aluno da licenciatura em química e alunos da rede pública onde as unidades didáticas elaboradas serão aplicadas. A literatura apresenta inúmeros trabalhos de pesquisa que indicam a necessidade de inclusão destes tópicos no processo de ensino e apresentam resultados de levantamentos importantes de fontes originais do desenvolvimento do conhecimento científico. Apesar do grande número destes trabalhos, não são muito comuns relatos da aplicação dos resultados destes estudos em atividades de sala de aula, o que reforça a importância deste estudo.

Palavras-Chave: História da Química, Ensino de Química, Modelos Atômicos.

ABSTRACT

This research project aims to determine the main way that the inclusion of topics of history and philosophy of science education activities aimed at high school, influence the process of teaching and learning of chemistry. The subject of research will be a teacher, undergraduate student in chemistry and public school students that the teaching units developed will be applied. The literature presents a large of research indicating the need to include these topics in education and present the results of large withdrawals of original sources of the development of scientific knowledge. Despite of the large number of these works are not very common reports of application of the results of these studies on activities of the classroom, which reinforces the importance of this study.

Keywords: History of Science, Teaching Chemistry, Atomic Models.

SUMÁRIO

1. USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO	12
2. EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS	16
3. METODOLOGIA	22
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por justificativa necessidade de levar os estudos em História e Filosofia da Ciência para a aplicação em sala de aula. As pesquisas têm evidenciado que a História da Ciência, sobretudo a História da Química, pode contribuir para um melhor aprendizado. Para Gagliardi e Giordan (1986) o uso de uma abordagem histórica no ensino proporciona aos estudantes uma visão mais crítica da ciência:

A História da Ciência pode mostrar em detalhes alguns momentos de transformação profunda da ciência e indicar quais foram as relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram as resistências à transformação e que setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode fornecer as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da ciência, sua ideologia dominante e os setores que a controlam e que se beneficiam dos resultados da atividade científica. (GAGLIARDI e GIORDAN, 1986, p.254).

No Brasil muitos dos currículos dos cursos de formação de professores, salvo alguns cursos de licenciatura que atualmente vem passando por importantes reestruturações curriculares, não incluem disciplinas que contemplem a História e Filosofia da Ciência (HFC) produzindo na formação inicial um lapso, no que diz respeito a estes conteúdos. Assim, encontrando dificuldades para utilizar a História da Química ao elaborar atividades de ensino, os professores deixam de inseri-las em seu trabalho cotidiano com os alunos.

Por outro lado, as Diretrizes Curriculares para o Curso de Química (ZUCCO *et al*, 1999) prevê para os cursos de formação de professores, algumas das habilidades, sobretudo em relação ao entendimento e o conhecimento da História da Química, que os futuros professores devem adquirir durante sua formação. Com relação a sua formação pessoal, o documento indica que o professor deve:

Ter formação pedagógica para exercer a profissão de professor, com conhecimentos em História e Filosofia da Educação, História e Filosofia da Ciência, Didática, Psicologia da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino e Prática de Ensino. (ZUCCO *et al*, 1999, p. 459).

Assim, torna-se necessário investir em propostas de formação inicial e continuada que contemplem estes aspectos e produzam na atividade docente as alterações capazes de modificar sua atuação em sala de aula melhorando a aprendizagem e a formação dos alunos.

A necessidade de uma abordagem histórico-filosófica dos conteúdos das disciplinas científicas vem à tona, também, a partir de outras perspectivas, como a representada pelo movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino de ciências (SANTOS, 2001). Nessa linha, as recentes reformas educacionais, em nosso país, apontam para a necessidade da contextualização histórico-social do conhecimento científico, o que implica em considerar a contribuição da História e Filosofia da Ciência (ver, p.ex., os Parâmetros Curriculares Nacionais e os PCN+).

Devido às implicações teóricas e práticas da HFC para o ensino de ciências, tornou-se evidente a relevância da dimensão histórica e filosófica na formação de professores de ciências (CARVALHO; GIL PÉREZ, 1998; MARANDINO, 2003; BRITO et al., 2004; DUARTE, 2004). Assim, a HFC surge como uma *necessidade formativa do professor*, na medida em que pode contribuir para: evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino e aprendizagem da ciência; proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula.

Assim, no capítulo 1, faremos um levantamento do uso da história e filosofia da ciência no ensino. No capítulo 2, um breve histórico sobre os modelos atômicos, que foi usada na elaboração do material para a pesquisa. No capítulo 3, descreveremos a metodologia usada no trabalho, onde foram elaboradas 6 questões para pesquisa, que foram propostas aos alunos antes e depois da aula sobre modelos atômicos com base na História e Filosofia da Ciência. No capítulo 4, estão os resultados e discussões referentes às respostas dos alunos antes e depois da aula, no capítulo 5, estão as considerações finais sobre o uso da história e filosofia da ciência no ensino.

1. USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO

As pesquisas sobre a realidade do Ensino de Química, extensivo ao Ensino de Ciências, têm mostrado que este é descontextualizado, a - histórico, dogmático, desinteressante, tal como foi o contexto da formação do professor de química/ ciências (CHASSOT, 1993; LOPES, KRUGER e DEL PINO, 2000).

Mostra ainda como o ensino usual de ciências passa a imagem de um conhecimento científico de neutralidade empírica, algorítmico e exato, a - histórico, cumulativo e linear, socialmente neutro. A proposta de um ensino melhor situado historicamente, pode se contrapor a isso, bem como a inclusão do tema história da ciência e filosofia da ciência em ambientes de aprendizagem ou de formação profissional pode contribuir para minimizar tais características do ensino, citadas anteriormente (GIL-PÉREZ, 1993).

Nos estudos de Didática da Ciência, atualmente existe um reconhecimento generalizado que a formação em filosofia e história da ciência deveria ser um dos componentes fundamentais da alfabetização científica geral da população. Hoje se concede no âmbito acadêmico uma importância similar ao aprendizado dos conteúdos e procedimentos científicos, o aprendizado sobre a própria natureza da ciência e de sua relação com a sociedade e a cultura. Conseqüentemente, os currículos de ciências de muitos países têm recomendado a incorporação de conteúdos que apontam nesta direção (ADÚRIZ-BRAVO, IZQUIERDO e ESTANY, 2002; MELLADO e CARRACEDO, 1993; MONK e OSBORNE, 1997).

Em geral, se desconsideram os aspectos históricos na imagem da química que se está ensinando e quando se utilizam, se introduzem subterfúgios e erros históricos. Como conseqüência disto, os alunos tem uma imagem deformada de como se constituem e evoluem os conceitos científicos. De forma semelhante, os professores também em função das características de sua formação em relação à construção do conhecimento científico, do trabalho dos cientistas, dos métodos das ciências, da imagem da ciência, entre outras, constroem entendimentos equivocados (SOLBES e TRAVER, 1996; GAGLIARDI e GIORDAN, 1986; MATHEWS, 1994).

Os papéis que pode representar a História das Ciências no ensino de ciências são amplos, mas que convergem para modelos de ensino e aprendizagem por investigação, que interfaceiam com outras áreas de conhecimento ou de investigação como a epistemologia das ciências, os movimentos ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, a didática das ciências, a psicologia da aprendizagem, a sociologia das ciências (SOLBES e TRAVER, 1996; SOLBES e VILCHERS, 1992; SOLBES e VILCHERS, 1989).

Como nos mostra Zanon (2004), o modelo dominante de formação de professores ainda decorre da visão positivista e simplista, ou seja, a formação de técnicos em química capazes de resolver os mais variados problemas mediante a utilização e aplicação de técnicas, teorias e procedimentos baseados num método, sem perceber como tais informações derivadas dos empreendimentos científicos chegaram ao seu conhecimento. Nessa visão ocorre uma dicotomia entre a academia e a prática.

Em relação à matéria a ser ensinada, os autores justificam que tendo o conhecimento do conteúdo científico específico da disciplina ao qual está subordinada a sua prática docente, o professor está apto a encarar atividades inovadoras de ensino uma vez o conhecimento facilita a compreensão da complexidade do conteúdo que ensina. Sem tal conhecimento, segundo Carvalho e Gil-Perez (2006, p. 21), *o professor se transforma em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro texto*. Há, portanto uma dificuldade de “produzir um professor preparado historicamente” se nos cursos de formação a História da Ciência lhe é mostrada de forma errônea.

É por tais razões que o conhecimento dos aspectos históricos da disciplina, no caso conhecimentos químicos, podem ser promissores ao ensino; além de conhecer a matéria que ensina, é importante ao professor conhecer a história daquilo que ensina e, conseqüentemente, ao processo de produção do conhecimento. No entanto percebe-se a carência de trabalhos que privilegiam a aplicação de tais pesquisas em História da Química no Ensino. Schnetzler (2000, p. 21) nos mostra claramente o estado da arte dos cursos de licenciatura. Para a autora, os cursos de licenciaturas de Química formam técnicos e não professores:

Assim, com base nesse modelo, os currículos de formação profissional tendem a separar o mundo acadêmico do mundo da prática. Por isso, procuram propiciar um sólido conhecimento básico-teórico no início do curso, com a subsequente introdução de disciplinas de ciências aplicadas desse conhecimento para, ao final, chegarem à prática profissional com os estágios usuais de final de curso. No caso da formação docente, este modelo concebe e constrói o professor como 'técnico', pois entende a atividade profissional como essencialmente instrumental, dirigida para a solução de problemas mediante a aplicação de teorias e técnicas (Schön, 1993; Pérez-Gómez, 1992). No entanto, há aqui um sério condicionante que confere pouca efetividade a este tipo de formação: os problemas nela abordados são geralmente abstraídos das circunstâncias reais, constituindo-se em problemas ideais e que não se aplicam às situações práticas, instaurando-se aí indesejável distanciamento entre teoria e prática. (SCHNETZLER, 2000, p. 21).

As Diretrizes Curriculares para o Curso de Química (ZUCCO et al, 1999) prevê para os cursos de formação de professores, ou seja, para as licenciaturas, algumas das habilidades, sobretudo em relação ao entendimento e o conhecimento da História da Química, que os futuros professores devem adquirir durante sua formação. Com relação a sua formação pessoal, o documento exige que:

Ter formação pedagógica para exercer a profissão de professor, com conhecimentos em História e Filosofia da Educação, **História e Filosofia da Ciência**, Didática, Psicologia da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino e Prática de Ensino. (ZUCCO et al, 1999, p. 459).

Com relação a compreensão da Química, o documento pede que:

Reconhecer a Química como uma **construção humana, compreendendo os aspectos históricos de sua produção** e suas relações com os contextos cultural, socioeconômico e político. (ZUCCO et al, 1999, p. 460).

Analisando tais competências e habilidades que licenciandos em Química devem adquirir durante a formação, mas com relação aos aspectos históricos e filosóficos da Química, observamos que são exigências de tais Diretrizes, mas, no entanto não estão sendo seguidos, em decorrência da visão tecnicista que os cursos de licenciaturas atuais adquiriram.

No entanto, é difícil “produzir um professor preparado historicamente” se nos cursos de formação a História da Ciência lhe é mostrada de forma errônea. Martins (1990) argumenta três pontos que ele considera como a História da Ciência é apresentada e ao mesmo tempo ensinada de forma negativa nos cursos de formação de professores. Um primeiro ponto é a abordagem cronológica da ciência, na qual ocorre a valorização e até mesmo a mitificação de algum cientista e sua descoberta, onde não se relata e tão pouco cita o que gerou tal descoberta.

Essa cronologia é pouco informativa e pouco útil. Serve, apenas, para que os estudantes fiquem conhecendo o nome de alguns cientistas famosos e tenham uma idéia sobre épocas (e sobre seqüências) de determinadas descobertas; mas não facilita o ensino da própria ciência (MARTINS, 1990, p.3).

O segundo ponto é o uso anedótico, às vezes reais e outras vezes fictícios, sobre os cientistas e suas realizações. Ao utilizar tal recurso, como por exemplo, a história da queda da maçã ao ensinar a lei da gravitação, para simplesmente, como denota o autor para “*amenizar as aulas mais cansativas*” (MARTINS, 1990, p. 3). Esse tipo de abordagem promove uma visão errônea e também fantasiosa da ciência e dos cientistas.

O terceiro e último ponto, segundo o autor é o mais perverso, é a abordagem pela autoridade. Dizer por exemplo que a tabela periódica tem essa disposição porque Mendeleev provou que essa era a ordem mais coerente, é estar se valendo de um nome conhecido no meio científico e acadêmico para impor, segundo Martins (1990) doutrinas. Como conseqüência disso, aproveitando o exemplo dado, é ignorar as outras configurações existentes de Tabela Periódica proposta por outros cientistas anteriores a Mendeleev e também desprezar *a própria natureza do pensamento científico* (MARTINS, 1990, p.3).

No entanto devemos levar em consideração que a deficiência dos aspectos históricos nos cursos de formação de professores tem possíveis explicações. Uma delas é a institucionalização muito recente da área História da Ciência no Brasil e a existência de uma pequena comunidade de historiadores de Ciência no país. A fundação da Sociedade Brasileira de História da Ciência é datada da década de 80, do século passado. Foi nessa época que surgiram os primeiros trabalhos de pesquisa envolvendo História da Ciência no

Brasil. As publicações da *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência* iniciaram em 1985. Desde então inúmeros trabalhos envolvendo a pesquisa e o resgate histórico de conceitos científicos começaram a ganhar mais adeptos com o surgimento de cursos de Pós-graduação na área na década de 90. Até então as preocupações com as relações entre História da Ciência e Ensino de Ciências eram bem tímidas, mas ganharam força graças às instituições de ensino específicas em pós-graduação em Educação para a Ciência, que estabeleceram diversas linhas de pesquisas na área, sendo uma delas a História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências.

2. EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS

A idéia de que a matéria é constituída por átomos foi concebida pela primeira vez há cerca de 2.400 anos pelos filósofos gregos Demócrito e Leucipo. Demócrito dizia que, se quebrarmos uma amostra de matéria em pedaços cada vez menores, chegaremos a um ponto em que não será mais possível dividi-la (JESUS, 2004). Em 343 aC. Aristóteles foi convidado pelo Rei Filipe para a corte de Macedônia, como preceptor do Príncipe Alexandre, então jovem de treze anos. Quando Alexandre subiu ao trono (335), Aristóteles regressou a Atenas, onde criou a sua própria escola, o Liceu. Foi-lhe dado este nome porque estava situada junto ao templo dedicado a Apolo Liceano. Os estudos concentravam-se sobre o que hoje poderíamos denominar "ciências naturais", ao contrário da Academia, onde era dada grande importância à geometria. O liceu era um verdadeiro centro de investigação, apoiado por Alexandre. Nele, Aristóteles e os seus discípulos recolhiam informações acerca de tudo, organizando pesquisas filosóficas e científicas em alta escala e reuniram vasto material referente a todo o conhecimento da época.

Ainda na época de Alexandre, surge a Alquimia que considerava: terra, ar, fogo e água, cada um dos elementos da natureza com seu lugar adequado, determinado por sua “gravidade específica”, e que se movem em linha reta para o lugar que lhes corresponde. Os céus, porém, movem-se de forma natural e infinita, seguindo um complexo movimento circular, pois têm em sua composição um quinto elemento: o éter.(RUSSEL, 1996)

Na Idade Média, os alquimistas procuravam resolver o velho sonho de encontrar a pedra filosofal, substância que se supunha ter o poder transformar qualquer metal em ouro puro. Procurava-se também um elixir capaz de curar todas as doenças. Foi nesta procura que estes artistas descobriram muitos medicamentos, propriedades de muitos metais, ácidos, bases sais e óxidos.

Além do sistema sócio-político econômico (Feudalismo), havia também a Santa Inquisição, que controlava o pensamento e atos de todos. Cientistas que descobriram coisas que confrontavam com a Santa Igreja, eram queimados ou se calavam. A alquimia deixou muitas contribuições para a Química, como subproduto de seus estudos, dentre elas podemos citar: a pólvora, a porcelana, vários ácidos (ácido sulfúrico), gases (cloro), metais (antimônio), técnicas físico-químicas (destilação, precipitação e sublimação), além de vários equipamentos de laboratório. Os alquimistas procuram reduzir a matéria à unidade comum, para assim poderem reestruturá-la, tornando possível a transmutação. Esta unidade da matéria constitui tudo que existe, desde os átomos que se combinam para formar as moléculas, e estas irão formar outras substâncias mais complexas, os organismos, até os planetas que formam os sistemas e galáxias. Portanto, todas as coisas possuem a mesma unidade fundamental, este é o postulado fundamental da alquimia "*Omnia in unum*" (Tudo em Um) (RUSSEL, 1996).

Na Idade Média é que se construíram os frascos e muitos dos utensílios usados nos laboratórios de química até hoje. O frasco de destilação (*lopas*) está coroado por uma garrafa provida de cano (*ambix*) formando o que mais tarde os árabes chamaram de alambique. O *kerotakis* era um braseiro para carvão vegetal que aquecia uma chapa metálica usada para sublimação. Diz-se que muitos desses aparelhos foram inventados por Maria, a judia (a quem foi atribuída a invenção do banho de vapor, ainda conhecido entre nós como banho-maria) (RUSSEL, 1996) .

Lavoisier dedicou-se a uma variedade de serviços sociais e científicos. Em 1768 associou-se à *Ferme Générale*, uma organização de financistas que, através de um convênio com o governo, o direito de coletar exercia impostos relativos a um grande número de produtos comerciais.

Em 1789 lançou uma publicação que é considerada o marco da Química Moderna, "Tratado Elementar da Química", que logo foi traduzido para várias línguas (Celeghini, 1999).

A freqüente utilização da balança pode ser considerada uma das principais características do trabalho de pesquisa de Lavoisier. Isso o levou à descoberta da importância fundamental da massa da matéria em estudos químicos, o que fez concluir que a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos de uma reação, ou seja, a famosa "Lei da conservação das massas" (CELEGHINI, 1999).

Em 1797 foi apresentada a comunidade científica *A Lei de Proust* que também é conhecida como Lei das proporções constantes ou lei das proporções definidas. Esta lei foi inserida pelo químico francês *Joseph Louis Proust* que realizou experimentos com substâncias puras e concluiu que independentemente do processo usado para obtê-las, a composição em massa dessas substâncias era constante. A Lei de Proust é definida assim: *As massas dos reagentes e produtos participantes de uma reação mantêm uma proporção Constante* (OLIVEIRA, 2008)

John Dalton apresenta seu modelo atômico é conhecido com analogia a uma "Bola de Bilhar". A teoria atômica de Dalton pode condensar-se nos seguintes postulados:

- os átomos são partículas reais, descontínuas e indivisíveis de matéria, e permanecem inalterados nas reações químicas;
- os átomos de um mesmo elemento são iguais e de peso invariável;
- os átomos de elementos diferentes são diferentes entre si;
- na formação dos compostos, os átomos entram em proporções numéricas fixas 1:1, 1:2, 1:3, 2:3, 2:5 etc.;
- o peso do composto é igual à soma dos pesos dos átomos dos elementos que o constituem (ROCHA, 1998).

A grande diferença entre o modelo atômico de Dalton e o dos filósofos da Antigüidade (Leucipo e Demócrito) é que o modelo de Dalton foi criado com base em resultados experimentais, sendo portanto, um modelo científico. Ao contrário, o modelo

dos filósofos da Antigüidade era fundamentado unicamente em pensamento filosófico, sem nenhuma base experimental (ROCHA, 1998).

Em 1878, William Crookes injetou um gás rarefeito (submetido a baixas pressões) em uma ampola fechada à vácuo, onde foram postos dois eletrodos com pólos opostos, (à saber, positivo e negativo), e estabelecendo entre eles um diferencial de potencial elétrico distribuído por uma fonte de energia externa. Ao aplicar uma descarga elétrica, percebeu-se um feixe de luz ligando um pólo ao outro. Experimentos realizados colocando um obstáculo material dentro do tubo e entre os pólos, após a mesma descarga elétrica, viu-se a formação de uma sombra em direção ao pólo positivo. Os cientistas atribuíram essa mancha aos raios provenientes do pólo negativo (cátodo). Então foram denominados raios catódicos, que hoje sabemos que são feixes de elétrons que atravessam o tubo atraídos pelo pólo positivo ânodo (REIS, 1993).

No modelo de J. J. Thomson, proposto em 1904, o átomo era considerado como um tipo de fluido com uma distribuição esférica contínua de carga positiva onde se incrustavam um certo número de elétrons, com carga negativa, o suficiente para neutralizar a carga positiva (LOPES E MARTINS, 2006).

O modelo tinha como hipótese a existência de configurações estáveis para os elétrons ao redor das quais estes oscilariam. Contudo, segundo a teoria eletromagnética clássica, não pode existir qualquer configuração estável num sistema de partículas carregadas se a única interação entre elas é de caráter eletromagnético (LOPES e MARTINS, 2006).

Thomson pegou um ímã e aproximou-o do tubo. A mancha fosforescente deslocou-se, provando que os raios eram desviados. Manejando o ímã, Thomson podia mover os raios e dirigi-los para a fenda no escudo protetor. Quando os raios passavam pela fenda, um eletroscópio (aparelho que indica a existência de cargas elétricas) ligado ao elétron do receptor, mostrava um desvio. Isso mostrou que o raio catódico é realmente formado por eletricidade negativa.

Em Cambridge, a primeira colaboração de Rutherford foi com Joseph John Thomson (1856 – 1940) na criação de tubos de descargas de gás no estudo de raios X (MARQUES, 2006). No outono de 1898 Rutherford foi indicado para o cargo de professor de Física Experimental da Universidade McGill. A vaga surgiu com a aposentadoria do professor Hugh Callendar que decidiu voltar à Inglaterra. O presidente do Departamento de Física, Professor John Cox, foi para Cambridge para buscar um novo substituto e John Joseph Thomson recomendou Rutherford (MARQUES, 2006).

Uma vez estabelecido em Manchester, Rutherford encontrou como assistente o jovem alemão Hans Geiger (1882-1945), famoso por ter criado o Contador Geiger, instrumento utilizado para detectar radioatividade. Como tinham em mente o modelo atômico de Thomson, grandes ângulos de desvios não eram compatíveis com o modelo. Rutherford analisou, os dados obtidos por Geiger e Marsden. Eles encontraram que as partículas alfa ao passarem através de uma folha de ouro, de aproximadamente 6×10^{-5} cm de espessura, espalharam as partículas alfa num ângulo de 90° ou mais.

Para que isso ocorra, deve-se assumir que existem pequenos desvios a cada encontro. Então, para que fossem possíveis tais ângulos, as partículas teriam que encontrar pelo caminho algo em torno de 10.000 colisões para produzir tal efeito. Esse era o ponto que Rutherford não concordava. Grandes ângulos de desvios não eram possíveis levando em consideração a espessura da folha de ouro utilizada (MARQUES, 2006). Se a estrutura atômica fosse realmente tal qual Thomson idealizou, as partículas poderiam atravessar os átomos sem sofrer qualquer tipo de deflexão, dada a grande energia e a carga de cada uma delas.

No intuito de explicar os fatos experimentais observados por Geiger e Marsden, Rutherford publica na *Philosophical Magazine* seu famoso artigo intitulado “O Espalhamento das Partículas alfa e beta pela Matéria e a Estrutura do Átomo” (*The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom*). Esse artigo, publicado em maio de 1911, é citado em inúmeros livros didáticos como sendo o responsável pela divulgação de Rutherford sobre a nova estrutura atômica (MARQUES, 2006).

No Outono de 1911, Niels Bohr mudou-se para Cambridge, onde trabalhou no Laboratório Cavendish sob a orientação de J. J. Thomson. Na Primavera de 1912, Niels Bohr passou a trabalhar no Laboratório do Professor Rutherford, em Manchester. No mesmo ano, Bohr apresentou alguns postulados para explicar o modelo pelo qual os elétrons giram em órbita ao redor do núcleo atômico. O seu modelo baseia-se no Sistema Solar, no qual os planetas giram ao redor do Sol. Para Bohr, os elétrons giram em órbita ou camadas ao redor do núcleo atômico agrupados em níveis energéticos. Se os elétrons de um átomo recebem energia ou colidem com outros elétrons, eles saltam para níveis mais externos. Neste caso, dizemos que os elétrons entram em estado excitado. Se os elétrons cedem energia, eles saltam para níveis mais internos e a energia liberada pelos elétrons sai em forma de quantum de luz ou fóton (SANTOS, 2002)

O modelo do átomo de Bohr é baseado no comportamento do átomo de hidrogênio e do átomo de hélio ionizado, mas é insuficiente para átomos com mais de um elétron. Bohr dedicou-se também ao estudo do núcleo atômico. O modelo de núcleo em forma de “gota de água” revelou-se muito favorável para a interpretação do fenômeno da fissão do urânio, que abriu caminho para a utilização da energia nuclear. Bohr descobriu que durante a fissão de um átomo de urânio desprendia-se uma enorme quantidade de energia e reparou então que se tratava de uma nova fonte energética de elevadíssimas potencialidades. Bohr, com a finalidade de aproveitar essa energia, foi até Princeton, na Filadélfia, onde se encontrou com Einstein e Fermi para discutir com estes o problema (SANTOS, 2002).

Em 1933, juntamente com seu aluno Wheeler, Bohr aprofundou a teoria da fissão, evidenciando o papel fundamental do urânio 235. Estes estudos permitiram prever também a existência de um novo elemento, descoberto pouco depois: o plutônio. Um ano depois de se ter refugiado em Inglaterra, devido à ocupação nazista da Dinamarca, Bohr mudou-se para os Estados Unidos, onde ocupou o cargo de consultor do laboratório de energia atômica de Los Alamos. Neste laboratório, alguns cientistas iniciavam a construção da bomba atômica. Bohr, compreendendo a gravidade da situação e o perigo que essa bomba poderia representar para a humanidade, dirigiu-se a Churchill e Roosevelt, num apelo à sua responsabilidade de chefes de Estado, tentando evitar a construção da bomba atômica.

Questão de Pesquisa

Com base no exposto anteriormente, o presente trabalho tem por objetivos:

- a) Identificar das idéias dos alunos a respeito da importância da História e Filosofia da Ciência no processo de aprendizagem da Química.
- b) Comparar entre a aprendizagem de uma aula de química sem a inserção da História e Filosofia da Ciência e uma aula com a inserção da mesma.

3. METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa verifica uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números (MINAYO, 2007).

A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (LAKATOS; MARCONI, 1986).

Este trabalho baseia-se na pesquisa qualitativa e, inicialmente, foi elaborado um questionário para analisar o conhecimento prévio dos alunos a respeito da construção dos modelos atômicos e sua evolução ao longo do tempo.

Após essa etapa, foram desenvolvidas atividades centradas na história dos modelos atômicos de forma a incluir os fatores que influenciaram a elaboração e desenvolvimento dos modelos.

Ao final das atividades, o mesmo questionário aplicado inicialmente, foi reaplicado para a verificação das mudanças nas concepções dos alunos sobre os modelos atômicos

com a inclusão da História da Química.

Os sujeitos de pesquisa são alunos de um curso pré-vestibular de um projeto de extensão da Faculdade de Ciências da UNESP-Campus Bauru. Esses alunos estão na sua maioria cursando o 3º ano do Ensino Médio ou recém saído do Ensino Médio, portanto já viram os conteúdos da pesquisa, apresentado por outros professores, sendo assim possível a avaliação de seus conhecimentos prévios, que refletem como foi apresentado esse conteúdo para eles.

A coleta de dados para esta pesquisa, de cunho qualitativo, teve por base a utilização de questionários e entrevistas com os sujeitos de pesquisa com a finalidade de verificar as expectativas e se estas foram atendidas pela proposta em questão. Esta coleta de dados se deu através de um questionário com 6 questões, que foi aplicado para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos. Após isso, foi ministrada uma aula sobre os modelos atômicos com a inclusão da História e Filosofia da Ciência, com as implicações do contexto histórico, político e cultural no desenvolvimento do conhecimento e das teorias sobre a constituição da matéria.

As 6 questões apresentadas aos alunos foram as seguintes:

1. Para você o que é um átomo?
2. Algo ou alguma coisa ao longo da História teve influencia sobre o modelo de átomo vigente até o modelo proposto por Dalton?
3. Como Dalton chegou ao seu modelo de átomo?
4. Descreva o modelo chamado “Pudim de Passas” de Thomson.
5. Qual foi o experimento que permitiu a Rutherford elaborar seu modelo de átomo?
6. O que contribuiu para a proposição de um novo modelo atômico por Bohr?

4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário aplicado antes da aula sobre os modelos atômicos, teve por objetivo principal levantar as concepções dos alunos a respeito do tema. Como era de se esperar, as respostas dos alunos sempre tinham dados incorretos, confusos e, algumas questões a maioria dos alunos não conseguiu responder, com isso foram categorizadas as respostas conforme o apresentado no quadro 1:

Categoria	Subcategoria	Porcentagem de Respostas	Exemplo
Conceito de átomo	Menor partícula da matéria	60%	Átomo é a menor partícula da matéria.
	Indivisível	40%	Átomo é uma partícula indivisível.
História da Ciência até Dalton	Em Branco	95%	
	Matéria formada por 4 elementos	5%	A matéria seria formada por 4 elementos (água, ar, fogo e terra).
Base do modelo de Dalton	Em Branco	75%	
	Átomo proposto por Demócrito	5%	Dalton baseou-se no átomo de Demócrito.
	Bola de Bilhar	20%	Ele comparou com uma bola de bilhar.
Modelo “Pudim de Passas”	Esfera positiva e elétrons distribuídos uniformemente	60%	O átomo é uma esfera positiva com elétrons distribuídos + - uniformemente.
	Modelo Planetário	20%	O átomo é uma esfera com núcleo positivo e elétrons girando em trono dele.
	Em Branco	20%	
Experimento de Rutherford	Bombardeou uma lâmina metálica	40%	Experimento bombardeando uma lâmina metálica.
	Bombardeou uma lâmina de ouro	20%	Experimento bombardeando uma lâmina de ouro.
	Bombardeou uma lâmina de ouro com	20%	Experimento bombardeando uma

	partículas altas		lâmina de ouro com partículas altas.
	Em Branco	20%	
Base do modelo de Bohr	Modelo Planetário	40%	Os elétrons giram em torno do núcleo.
	Em Branco	60%	

Quadro1. Conhecimentos Prévios

O mesmo questionário aplicado antes da aula sobre os modelos atômicos foi reaplicado uma semana depois, para a comparação das respostas, e posterior entrevista com alguns alunos para confirmação dos resultados.

As respostas obtidas nesse questionário são apresentadas no quadro 2:

Categoria	Subcategoria	Porcentagem de Respostas	Exemplo
Conceito de átomo	Menor partícula da matéria	40%	O átomo é a menor partícula da matéria.
	Indivisível	30%	O átomo é uma partícula indivisível.
	Divisível	30%	O átomo é dividido em cargas positivas e cargas negativas.
História da Ciência até Dalton	Idade Média	50%	A Igreja não deixava a ciência se desenvolver e não havia troca de informações entre os cientistas.
	Filósofos gregos, Lavoisier e Proust	40%	A matéria seria formada por 4 elementos, depois vieram os estudos de Lavoisier e Proust com a suas leis, “Nada se cria nada se perde, tudo se transforma” e “Lei das Proporções Definidas”.
	Em Branco	10%	
Base do Modelo de	Lei da Conservação		Dalton baseou-se no modelo grego de átomo indivisível, na

Dalton	de Massa, Lei das Proporções Definidas Modelo Grego	95%	Lei da Conservação de Massa de Lavoisier e na Lei das Proporções Definidas de Proust.
	Em Branco	5%	
Modelo “Pudim de Passas”	Pudim de Passas	80%	O átomo tem o núcleo carregado positivamente com os elétrons incrustados, como num pudim de passas.
	Inadequado	20%	Chamar de pudim de passas o modelo de Thomson é errado pois ele não achava que os elétrons estavam parados em volta do núcleo e nem apenas na superfície.
Experimento de Rutherford	Bombardeou uma lâmina de ouro com partículas alfa	90%	Rutherford bombardeou uma fina folha de ouro com partículas alfa e viu que elas desviavam para todos os lados.
	Seus ajudantes que fizeram o experimento	5%	Na verdade, seus ajudantes do laboratório fizeram o experimento onde bombardearam uma folha de ouro com partículas alfa e viram que desviavam por todos os lados.
	Em Branco	5%	
Base do Modelo de Bohr	Aprendeu com Thomson e Rutherford, construiu um modelo teórico	70%	Bohr estudou com Thomson e Rutherford, assim conseguiu elaborar um modelo teórico corrigindo as falhas dos outros modelos.
	Observou que os elétrons estavam em	25%	Bohr observou que os elétrons estavam em

	níveis		níveis.
	Em Branco	5%	

Quadro 2. Respostas após a aula sobre História e Filosofia da Ciência.

Os resultados foram muito interessantes, pois os alunos conseguiram relacionar o contexto histórico com o desenvolvimento da ciência, suas dificuldades e pensamentos. Ainda foram capazes de expor suas opiniões sobre os fatos que influenciaram o desenvolvimento dos modelos atômicos. Adquiriram senso crítico com relação à história e filosofia da ciência através da aula apresentada a eles, assim tendo consciência de como o conhecimento é construído e quais as conseqüências disso no presente.

As respostas vão ao encontro do pensamento de que o uso da História e Filosofia da Ciência mudariam o pensamento dos alunos e os conceitos (SOLOMON, 1992). Neste trabalho os alunos mudaram seus conceitos e desenvolveram suas idéias com perguntas depois da aula referentes ao modelo atômico atual e questões que não seriam respondidas pelo modelo atômico de Bohr, último apresentado na aula (quadro 2).

Na questão 2, metade dos alunos relacionaram a estagnação do conhecimento e o não avanço da tecnologia, com o contexto da idade média, onde a Igreja reprimia qualquer tipo de ciência. Outra relação importantíssima aprendida pelos alunos, foi que entenderam que ninguém faz ciência sozinho, assim um dos motivos apontados pelos alunos como motivo para a falta de descobertas científicas, foi que no contexto da Idade Média, as cidades estavam isoladas e por isso não havia troca de informações e conhecimento, como exemplo na resposta de um aluno:

“A Igreja não deixava a ciência se desenvolver e com o feudalismo não havia troca de informações entre os cientistas na época”.

Ainda no entendimento de que ninguém faz ciência sozinho, os alunos responderam na questão 2 e 3, que Dalton baseou-se nas teorias de outros cientistas como Lavoisier e Proust, para elaborar seu modelo de átomo, ainda responderam que era o primeiro modelo experimental, como na resposta de um aluno:

“Dalton criou seu modelo, baseado nas teorias de Lavoisier e Proust, “Lei da Conservação de Massa” e “Lei das Proporções Definidas” e foi um modelo experimental.”

Na questão 4, 20% dos alunos entenderam que o modelo atômico de Thomson é erroneamente comparado com um “pudim de passas”, pois com essa analogia, os elétrons estariam parados em torno do núcleo, como na resposta de um aluno:

“Chamar de pudim de passas o modelo de Thomson é errado pois ele não achava que os elétrons estavam parados em volta do núcleo e nem apenas na superfície”.

O experimento atribuído a Rutherford, que foi executado por seus assistentes e depois, os resultados interessaram à Rutherford, que não esperava que assim fossem, pois ele acreditava no modelo de Thomson e não era sua intenção elaborar um novo modelo (MARQUES, 2006). Com base nessa informação, alguns alunos lembraram-se disso ao responder essa questão, como mostra a resposta de um aluno:

“Na verdade, seus ajudantes do laboratório fizeram o experimento onde bombardearam uma folha de ouro com partículas alfa e viram que desviavam por todos os lados”.

Aqui pode-se discutir se todos os alunos entenderam o experimento de Rutherford, uma vez que os outros alunos também responderam que como resultado, as partículas desviavam por todos os lados, como nas respostas de 95% dos alunos:

“Rutherford bombardeou uma fina folha de ouro com partículas alfa e viu que elas desviavam para todos os lados”.

Assim, esse termo usado pelos alunos, “desviavam para todos os lados”, é impreciso e não nos fornece informações sobre o que exatamente eles tiveram a intenção de responder.

Ainda na última questão, os alunos mostraram mais uma vez que entenderam que ciência é feita por vários cientistas em conjunto e não apenas um, respondendo que Bohr aprendeu com Thomson e Rutherford, com quem teve a oportunidade de trabalhar junto e

assim, pode observar os erros contidos nesses modelos e assim, elaborar seu próprio modelo, como no exemplo da resposta de outro aluno:

“Bohr estudou com Thomson e Rutherford, assim conseguiu elaborar um modelo teórico corrigindo as falhas dos outros modelos”.

A questão nº1 não foi respondida pelos alunos, mesmo depois da aula proposta. Os alunos não foram capazes de estabelecer uma conexão entre os modelos atômicos e o que seria um átomo, assim, continuaram com a idéia de que o átomo é uma partícula indivisível, mesmo admitindo que o átomo contém elétrons, prótons e nêutrons.(porque você acha isso) Eles não fizeram a relação entre o fato de o átomo ser formado de tais partículas, então ele é divisível. Esse conceito de átomo também é muito confundido com o conceito de célula na biologia, pois quando questionados se a célula seria formada de átomos ou o contrário, muitos alunos se confundiram e não chegaram a uma conclusão (DESSEN, 2009).

No final da segunda aplicação do questionário, perguntou-se aos alunos se essa metodologia seria adequada para o ensino dos modelos atômicos e de que forma esse tipo de abordagem seria mais eficiente no processo de aprendizagem.

Foi consenso entre os alunos, que essa metodologia ajudou muito no processo de aprendizagem, pois tornou o assunto mais interessante, incluindo a história e filosofia da ciência, assim os alunos conseguiram relacionar melhores os modelos atômicos com o contexto histórico e se interessar pelos pensamentos e desafios dos “cientistas” da época. Disseram ainda que nesse tipo de abordagem, ficou mais claro tanto a teoria sobre cada modelo, como a representação em si de cada modelo atômico (SOLOMON, 1992).

Na literatura, o uso da história e filosofia da ciência é mostrada como sendo de fundamental importância para a aprendizagem científica e construção de um cidadão crítico com relação aos avanços tecnológicos, mas ainda não há tantos trabalhos no sentido de como introduzir durante as aulas tradicionais, com isso esse uso ainda fica estigmatizado como sendo uma parte de “curiosidades” dentro da aula. Portanto, há consenso sobre a importância mas poucos exemplos para se confirmar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação buscou contribuir com a proposta de uso da História e Filosofia da Ciência no ensino, uma vez que há carência de trabalhos na literatura sobre como usá-la nas aulas de Ciências e Química e sobre seus efeitos na aprendizagem dos alunos.

Nosso trabalho mostrou que a introdução da História e Filosofia da Ciência nas aulas de Ciências e Química contribui na aprendizagem e contextualização por parte dos alunos, ainda contribui para a formação de alunos críticos com relação aos temas propostos. Os alunos foram capazes de fazer perguntas e inferências sobre os problemas relacionados a construção dos modelos, bem como entenderam a dificuldade de se trabalhar com modelos atômicos, uma vez que são apenas uma representação do que seria o átomo, com isso sujeito a erros.

Os alunos se mostraram mais interessados com o formato de aula que não ficou apenas limitada a casos e curiosidades, mas sim de contextualização do tema e sua construção e atentou para o trabalho dos cientistas acerca da modelização atômica.

Por fim, não conseguimos responder a razão pela qual os alunos ainda associam o átomo como sendo uma esfera indivisível, mesmo com todo o embasamento teórico dos modelos atômicos até o modelo de Bohr, ainda admitindo que o átomo contenha prótons, elétrons e nêutrons, não se conseguiu mudar o conceito representado pelo modelo atômico de Dalton. Esse ponto carece de um estudo mais aprofundado.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 465-476, 2002.

BRITO, A. J.; NEVES, L. S.; MARTINS, A. F. P. A História da Ciência e da Matemática na formação de professores. In: NUÑEZ, I.B. E RAMALHO, B.L. (Orgs.).

Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 284-296.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

CARVALHO, A.M.P., GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2006.

CELEGHINI, Renata M.S.C. Lavoisier. Disponível em:
<http://www.cdcc.usp.br/quimica/galeria/lavoisier.html>, acesso em 27/07/2009.

CHASSOT, A. I. Alfabetização Científica. 3 ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

CUNHA, A.M.O., KRASILCHIK, M. A Formação Continuada de Professores de Ciências: Percepções a partir de uma experiência. 23º Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, 2000. Obtido via Internet
<http://168.96.200.17/ar/libros/anped/> acessado em 28/11/ 2006.

DESSEN, Eliana, Estação Ciência terá novo Laboratório de Biologia Celular. Disponível em : <http://www4.usp.br/index.php/educacao/16793-estacao-ciencia-tera-novo>, acesso em 30/07/2009.

DUARTE, M. C. A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. Ciência & Educação, v. 10, n. 3, p. 317-331.

GAGLIARDI, R. Cómo Utilizar la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, v.6, n.3, p.291-296. 1988.

GAGLIARDI, R., GIORDAN, A. La Historia de las Ciencias: Una Herramienta para la Enseñanza. Enseñanza de las Ciencias, v.4, p. 253-258, 1986.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la história y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212, 1993.

JESUS, E. S. Demócrito: A teoria atomística. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/emersonjesus/06.html>, acesso em 26/07/2009.

KAUFFMAN, G. B. History in the Chemistry Curriculum. In: *History, Philosophy, and Science Teaching: Selected Readings*. Michael R. Matthews, Toronto, 1991. p. 185 – 200.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.: *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo. Ed. Atlas, 1985.

LOPES, C. V. M.; KRUGER, V.; DEL PINO, J. C. Educação continuada de professores de química no Rio Grande do Sul, Brasil. *Educación Química*, 11 (2), 214-219, 2000.

LOPES, V. M.; MARTINS, R. de A. J. J. THOMSON E O USO DE ANALOGIAS PARA EXPLICAR OS MODELOS ATÔMICOS: O ‘PUDIM DE PASSAS’ NOS LIVROS TEXTO, VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2006.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n.2, p. 168-193, 2003.

MARQUES, D. M. AS INVESTIGAÇÕES DE ERNEST RUTHERFORD SOBRE A ESTRUTURA DA MATÉRIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA, *Dissertação de mestrado. Bauru: UNESP, Faculdade de Ciências*, 2006.

MATHEWS, M. R. Historia, filosofía e enseñanza de las ciências: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciências*, 12 (2), 255-277, 1994.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 331- 339, 1993.

MINAYO MC. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. Rio de Janeiro: Abrasco; 2007.

MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81 (4), 405-424, 1997.

OLIVEIRA, Alexandre. Lei de Proust. Disponível em: www.alexquimica.com.br, acesso em 30/07/2009.

REIS, Martha. *Química Integral*, ed. FTD, vol. único, p.13-33, 1993.

ROCHA, Marcos. AllChemistry-Série Beta. Disponível em: <http://allchemistry.iq.usp.br/metabolizando/beta/01/indice.htm#DAL>, acesso em 30/07/2009.

Rochele de Quadros Loguercio e José Cláudio Del Pino, Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química - *Revista de Ciências Naturais e Exatas* Vol. 8, nº 1, jan./jun. 2006.

SANTOS, C.A. Modelo atômico de Bohr: Fatos Históricos, 2002, disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/modeloboehr/modeloboehrhistoria.html>, acesso em 30. 07. 2009-11-18

SANTOS, M. E. A cidadania na Voz dos Manuais Escolares. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SCHNETZLER, R. P. O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. de. (orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba, CAPES/PROIN/UNIMEP, 2000, p. 12 - 41.

SOLBES, J.; TRAVER, M. J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112, 1996.

SOLBES, J.; VILCHERS, A. El modelo constructivista y las relaciones ciencia-técnica- sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 181-186, 1992.

SOLBES, J.; VILCHERS, A. Interacciones ciencia- técnica-sociedad. Um instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 14-20, 1989.

SOLOMON, J. (1992). *Getting to know about energy in school and society*. London: The Falmer Press.

TRIMBLE, Russell, "Alchemy," em *The Encyclopedia of the Paranormal* editada por Gordon Stein (Buffalo, N.Y.: Prometheus Books, 1996), pp. 1-8.

ZANON, L.B., Implicações da pesquisa nas atividades de formação de professores. I Encontro Paulista em Pesquisa em Ensino de Química. Mesa redonda, 2004. Obtido via internet <http://gpquae.iqm.unicamp.br/eppeq.html> acessado em 28/11/2006.

ZUCCO, C. et al. Diretrizes Curriculares para o Curso de Química. *Química Nova*, nº22, vol. 3, 1999.