

A HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE E DAS AREIAS MONAZÍTICAS DE GUARAPARI-ES COMO PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Nathália Luiza Passamani Wyatt^{1*}(IC); Júlia Raquel Peterle Pereira²(FM); Matheus Barbosa Belchior¹(IC); Mayara Lobo de Oliveira¹(IC); Elaine Pagung¹(IC); Laiany de Ângelo Milanezi¹(IC); Júlia Aguiar Duarte¹(IC); Maria de Fátima Fontes Lelis¹(PQ); Sandra Aparecida Duarte Ferreira¹(PQ).

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Química, Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória – ES. CEP 29075-910. *nat_hp95@hotmail.com

² Escola Estadual de Ensino Médio Irmã Maria Horta – Rua Aleixo Netto, 1060, Praia do Canto, Vitória – ES. CEP 29055-260

Linha Temática: História, filosofia ou sociologia das ciências.

Resumo: Este trabalho descreve sobre as contribuições da História da Ciência na melhoria do ensino e aprendizagem de Química em turmas da primeira série do Ensino Médio, através de uma abordagem contextualizada a partir da Radioatividade e com foco nas areias monazíticas da cidade de Guarapari-ES. O conhecimento prévio dos alunos, verificado através de questionário, se mostrou muito restrito em relação ao tema e, neste contexto, elaborou-se uma sequência de atividades utilizando estratégias diversificadas que favorecessem a participação ativa dos estudantes, como construção de narrativas, confecção de modelos didáticos tridimensionais, produção audio-visual e de revistas. Em todas as atividades propostas o ponto de partida eram debates e reflexões sobre o tema e os conteúdos químicos foram trabalhados de forma articulada com questões históricas e sociais, estimulando assim um posicionamento crítico dos alunos. Os resultados mostraram que os conhecimentos científicos foram assimilados de forma gradativa e que as metodologias utilizadas propiciaram uma interlocução de saberes, com estímulo à pesquisa e um envolvimento maior com a disciplina.

Palavras-Chave: História da Ciência; Radioatividade; Contextualização; Areias Monazíticas; Estratégias diversificadas.

Introdução

O ensino de Química ainda é visto por muitos alunos como difícil, desinteressante e muitas vezes, desnecessário. Aulas predominantemente tradicionais, professores despreparados, excesso de fórmulas, ausência de aulas práticas e desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano dos alunos são alguns dos inúmeros motivos pelos quais uma grande parte dos estudantes têm dificuldades e desmotivação em relação a esta disciplina. No intuito de promover um ensino de Química que tenha mais significado para os alunos a contextualização é apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) como um princípio norteador para o ensino que possibilitaria aos alunos uma aprendizagem significativa (BRASIL, 2000). Dentre os diversos conteúdos do currículo de Química importantes de serem trabalhados de forma contextualizada, destaca-se o estudo da Radioatividade.

A relevância do conteúdo radioatividade no ensino de Química se deve à sua importante contribuição para a evolução dos modelos atômicos e para a evolução tecnológica em diversas áreas, inclusive na área da saúde (SEIXAS; CUNHA; GONZALES, 2016). Uma proposta interessante e significativa para o estudo da radioatividade é abordá-la a partir da História da Ciência, pois, além de contextualizar o conhecimento científico, pode-se fornecer aos estudantes uma oportunidade de questionar e compreender melhor os processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos (BRASIL, 2006). A inclusão da história da Ciência no processo de ensino-aprendizagem permite que os alunos compreendam essa ciência como uma produção humana, deixando de enxergá-la como uma disciplina de difícil compreensão (SILVA et al, 2013).

O início dos estudos acerca da radioatividade ocorreu no final do século XIX, logo após a descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923). Muitos atribuem erroneamente a descoberta da radioatividade a Antoine Henri Becquerel (1852–1908), no ano de 1896. Apesar de detectar a propriedade do urânio de impressionar chapas fotográficas, Becquerel não determinou a natureza das radiações emitidas por esse elemento e nem a natureza subatômica do processo (MARTINS, 1990). Ao contrário, pensou ser um fenômeno de natureza fosforescente. Os trabalhos deste cientista não impactaram a comunidade científica da época, principalmente pela grande divulgação dos raios- X e de outros estudos que se mostraram mais importantes no momento, sendo esquecidos até mesmo pelo próprio Becquerel, que preferiu se dedicar a outros assuntos.

No entanto, em 1898, o casal de pesquisadores Marie Sklodowska Curie (1867–1934) e Pierre Curie (1859–1906) iniciou os seus estudos sobre o tema. Marie descobriu que em seus minerais naturais havia um componente ainda mais ativo que o urânio (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011). Dessa forma, percebeu-se que essa propriedade não estava presente somente no urânio e que parecia ser um fenômeno natural. É Marie Curie quem dá o nome de “radioatividade” a esse tipo de ocorrência (CURIE, 1899, p. 42): “Chamarei de radioativas as substâncias que emitem raios de Becquerel. O nome de hiperfosforescência, que foi proposto para o fenômeno, parece-me dar uma falsa ideia de sua natureza”.

Ainda que se tenham passado mais de 100 anos, a desigualdade de gênero ainda está presente em várias esferas de nossa sociedade. Dessa forma, a vida de Marie Curie se torna um objeto de estudo que possibilita uma gama de discussões com os alunos do ensino médio acerca do papel da mulher no corpo social.

Além da abordagem histórica, uma forma de contribuir para tornar o ensino da radioatividade ainda mais atrativo é correlacioná-la com algo próximo à realidade dos alunos

e, neste contexto, foi escolhido o estudo sobre as areias monazíticas da cidade de Guarapari, no Estado do Espírito Santo (ES). Essas areias são conhecidas pelo seu grande poder terapêutico. Alguns estudiosos afirmam que essas areias contribuem para o tratamento de reumatismo, artrite, alergias, doenças do sistema nervoso, insônia, perturbações digestivas, entre outras enfermidades. Segundo Beatriz Bueno (2011) há diversos relatos de pessoas curadas apenas pelo contato direto com essas areias. Outros profissionais afirmam que essas areias não possuem nenhum efeito benéfico, mas que, ao contrário disso, suas radiações podem causar malefícios à saúde. Vale lembrar que ainda não houve comprovação no meio científico da ação dessas areias no corpo humano. Sobre as areias monazíticas de Guarapari, lugar onde o Dr. Antônio da Silva Mello (1886–1973) visitou e se encantou com as belezas naturais, ele escreve:

Pode acontecer de Guarapari ter efeitos benéficos em determinadas enfermidades ou determinados indivíduos, como igualmente maléficis ou prejudiciais em outros, segundo as condições peculiares de cada caso, equilibrando ou desequilibrando os processos vitais ou as reações do organismo. Isso se encontra dentro dos mecanismos da natureza, cujos fenômenos podem ser influenciados por numerosas condições. (MELLO, 1971)

As areias monazíticas são ricas em diversos minerais, dentre eles, podem-se citar quatro principais: ilmenita, de cor preta, que possui titânio e ferro magnético, é muito usada na indústria metalúrgica; granada, de cor vermelha, apresenta em sua composição alumínio, ferro, cobre, cálcio e outros metais; zirconita, de cor cinza, constituída por zircônio e monazita, de cor amarelo-escuro, que contém tório e metais de terras raras. Este mineral presente na areia é responsável pelas radiações emitidas por ela.

O nome dessa areia sugere a sua raridade, uma vez que *monazita* provém do grego *monazein*, que significa “estar solitário” (FABRIS et al, 2005). Ela está presente em poucos lugares do mundo, mas é encontrada em uma parte considerável do litoral brasileiro, desde Prado e Caravelas na Bahia até o litoral de Santa Catarina (BUENO, 2011). No Espírito Santo o município de Guarapari se destaca pela radiação natural dessas areias, atraindo muitos turistas principalmente no período do verão. Foi apelidada por Dr. Silva Mello de “Cidade Saúde”, e assim é conhecida nacionalmente.

Guarapari possui um histórico interessante sobre a exploração das areias monazíticas. A areia começou a ser usada no século XIX para a fabricação de camisas incandescentes para iluminação a gás (BUENO, 2012). Posteriormente, no início do século XX, a exploração se deu através da “Societê Minière et Industrielle Franco-Bresilienne”, sendo substituída mais tarde pela MIBRA (Monazita e Ilmenita do Brasil). As areias eram separadas e enviadas para

a França, onde eram tratadas. O laboratório de Marie Curie foi um dos que usou esta areia para estudos e estima-se que houve o contrabando de 200 mil toneladas de areia no litoral de Guarapari (LOPES; BOURGUIGNON, 2015).

Diante do que foi exposto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar uma sequência de atividades diversificadas para o ensino da radioatividade a partir de uma abordagem histórica e utilizando o estudo sobre as areias monazíticas como proposta de contextualização.

Metodologia

Este trabalho se trata de uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação e foi realizado entre os meses de setembro e dezembro de 2016 na Escola Estadual de Ensino Médio Irmã Maria Horta, localizada em Vitória-ES, com 210 alunos distribuídos em sete turmas da primeira série do turno vespertino. Inicialmente foi aplicado, como instrumento de coleta de dados, um questionário diagnóstico (ao qual chamamos de pré-teste) com o objetivo de suscitar as concepções prévias que os alunos tinham sobre a Radioatividade. Este questionário era composto por sete perguntas abertas, que foram respondidas de forma individual e livre. A partir das respostas obtidas no questionário as aulas seguintes foram planejadas através de uma sequência de atividades apoiando-se em Antoni Zabala (1998), de forma a privilegiar estratégias diversificadas e destacando-se as atividades em grupo. Com exceção da primeira aula, todas as demais foram realizadas em grupos de cinco a seis alunos e os encontros tinham como ponto de partida questões de reflexão sobre a História da Radioatividade, como forma de incentivar discussões e propor argumentações, quando questionados.

A contextualização foi inserida na unidade didática a partir da abordagem proposta por Santos e Mortimer (1999), como estratégia facilitadora do processo de ensino aprendizagem e no desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

A Tabela 01 apresenta uma breve transcrição das dinâmicas utilizadas para o ensino da Radioatividade acrescidas dos objetivos específicos e dos conteúdos trabalhados durante as aulas:

Tabela 01- Sequência de atividades

Aula	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmicas
1	Avaliar o conhecimento prévio dos alunos; Despertar a curiosidade dos alunos sobre o tema.	Aspectos históricos da Radioatividade.	Aplicação de avaliação diagnóstica.
2	Diferenciar os conceitos de radioatividade e radiação.	Radiação e Experimentos de Becquerel e do Casal Curie.	Aula expositiva com utilização de slides; Exibição de documentário sobre aspectos históricos da radioatividade, disponíveis no You Tube.
3	Promover a construção de saberes a partir da revisão dos conteúdos; Incentivar a escrita e o pensamento crítico.	Reações nucleares e aplicações.	Elaboração de narrativas sobre Radioatividade a partir de palavra-chaves aleatórias.
4	Incentivar a prática da pesquisa nos alunos; Propiciar um maior interesse no aprendizado de conteúdos teóricos desenvolvido em sala de aula a partir da elaboração de modelos didáticos.	Elementos Químicos e Tabela Periódica, Minérios Radioativos.	Confecção de réplicas (modelos didáticos tridimensionais) de elementos radioativos.
5	Apresentar informações sobre as areias monazíticas de Guarapari, com ênfase nos aspectos econômicos, sociais e científicos.	Areias Monazíticas e elementos Terras raras.	Produção de recurso áudio-visual sobre as areias monazíticas de Guarapari, a partir de um olhar histórico-crítico.
6	Promover reflexões gerais sobre a radioatividade e a história do século XX; Ressaltar a importância da interdisciplinaridade.	Areias Monazíticas de Guarapari e sua co-relação com aspectos históricos e sociais.	Confecção de revistas impressas sobre as areias monazíticas, com matérias sobre seus efeitos terapêuticos e medicinais, turismo e avaliações de impacto no meio-ambiente.

Fonte: Elaborado pelos autores, (2016).

Resultados e Discussões

Da análise das respostas do questionário, observou-se que a maioria deles possui um mínimo de conhecimento dos termos "radioatividade" e "radiação". Cerca de 50% dos alunos julgaram a radioatividade como a causa de doenças e algo perigoso. Poucos descreveram sobre os benefícios decorrentes desse fenômeno, como a cura do câncer.

A seguir são citadas algumas respostas quando perguntados sobre o que é radioatividade: “Entendo que é uma substância muito tóxica [...], pode causar muitos sintomas na humanidade”; “Uma coisa perigosa cheia de energia e por ser perigosa, é usada para armamentos”.

Ao responderem sobre quais tipos de radiação eles conheciam, a maioria escreveu que conhecia a radiação solar, ultravioleta e raios gama. Sobre substâncias radioativas, mais da metade dos alunos não souberam responder e os que responderam mencionaram o urânio, o plutônio, o mercúrio, sendo que dois alunos ainda indicaram a kriptonita, mineral fictício do desenho do Super-Homem.

Em relação ao conhecimento sobre as areias monazíticas, apenas um aluno respondeu que “ouviu falar” e dois alunos relataram sua relação com a radiação natural. Ao que se refere à relação entre a Radioatividade e a História da Ciência, a maioria dos alunos não soube relacioná-las, preferindo não responder à questão. Os que responderam citaram apenas as bombas atômicas lançadas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, bem como o acidente radioativo da cidade de Chernobyl, como pode ser observado a partir da transcrição de uma das respostas dos alunos: “Avanços em várias áreas como bélica, ou acontecimentos importantes como guerras. 2ª Guerra – Hiroshima e Nagasaki”.

No transcorrer das aulas seguintes, à medida que os alunos recebiam novas informações sobre a radioatividade e o seu papel na história da humanidade, percebeu-se um interesse maior dos alunos, além da construção de uma opinião crítica, tendo a oportunidade de fazer ponderações entre os pontos positivos e negativos. Um exemplo disso são as usinas nucleares, muito citadas pelos alunos no questionário inicial através dos acidentes nucleares, como em Chernobyl. Após a explicação do funcionamento dessas usinas que geram energia limpa e do relato da professora sobre uma visita realizada nas usinas localizadas em um complexo de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro, reduziu-se significativamente o pensamento de que esse tipo de geração de energia causaria riscos à humanidade.

Essa conscientização dos alunos se tornou ainda mais evidente quando nos deparamos com as atividades realizadas pelos alunos. As Figuras 1 e 2 mostram as narrativas sendo construídas pelos alunos a partir de palavras-chave aleatórias relacionadas:

Figuras 1 e 2 - Construções de narrativas elaboradas pelos alunos a partir de palavras-chave aleatórias



Fonte: Acervo dos autores.

Essas palavras foram distribuídas pela professora e, dentre elas, constavam: *medicina, bomba atômica, radiação, Marie Curie, energia nuclear, céσιο, polônio, thório, benéficos, malefícios, câncer*, etc. Os alunos, ao receberem estas palavras, elaboravam textos que, ao final da aula, eram lidos para toda a turma. Em todos os textos as palavras estavam correlacionadas corretamente e notava-se claramente a construção do conhecimento científico a partir da contextualização do tema.

As Figuras 3, 4 e 5 mostram os modelos didáticos tridimensionais de alguns elementos radioativos confeccionados, como céσιο, tório, urânio, rádio e polônio. Esta atividade despertou muito interesse nos alunos, observado durante a produção e apresentação dos grupos em sala de aula. Além das propriedades químicas, vários eventos marcantes foram citados durante as apresentações, como o *urânio* e *plutônio* para a construção da bomba nuclear, o *céσιο* no acidente radioativo de Goiás e o *rádio* na descoberta da radioatividade. Isto demonstra a importância da contextualização a partir de uma abordagem histórica para dar um “real significado” ao que se aprende durante as aulas e também mostra a formação de um pensamento científico e reflexivo.

Figuras 3, 4 e 5- Modelos didáticos tridimensionais de elementos radioativos



Fonte: Acervo dos autores.

O ponto culminante da sequência de atividades foi a produção dos recursos audiovisuais sobre a radioatividade das areias monazíticas de Guarapari, cidade localizada a 60 Km de Vitória. A Lei 9.394/96 diz sobre a importância de um ensino que preze pela realidade local e articular os conteúdos químicos com as características das areias monazíticas dinamizou o processo de ensino e aprendizagem e despertou a curiosidade dos estudantes em relação a vários aspectos relacionados à radioatividade, principalmente pelo fato de, nesta etapa, os alunos já estarem bem familiarizados com o tema e muito motivados a cada aula. Foram produzidos trinta vídeos e as Figuras 6, 7, 8 e 9 mostram alguns fotogramas dos vídeos.

Figuras 6, 7, 8 e 9- Fotogramas dos vídeos produzidos pelos alunos

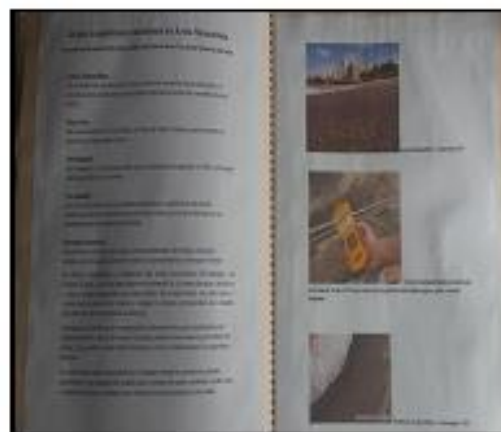


Fonte: Acervo dos autores.

A produção dos vídeos, neste contexto, apresentou vários pontos positivos em relação ao aprendizado dos alunos e um grande potencial como estratégia de ensino: o estímulo à pesquisa, a interdisciplinaridade, a organização dos conhecimentos adquiridos e a conscientização da importância da Química. Os vídeos foram postados em um grupo criado no *Facebook*.

Como última atividade os alunos confeccionaram sete revistas com temas “pré-definidos” relacionados às areias monazíticas, como os seus efeitos terapêuticos e medicinais, turismo, avaliação de impacto no meio ambiente e extração e exploração das areias. As revistas foram distribuídas para as demais turmas da escola e as Figuras 10, 11, 12 e 13 mostram as capas e conteúdos de algumas das revistas.

Figuras 10, 11, 12 e 13- Capas e conteúdos de algumas das revistas produzidas pelos alunos



Fonte: Acervo dos autores.

Esta atividade, além de colaborar na divulgação científica, estimulou uma postura proativa dos alunos ao terem que relatar, em forma de artigo, sobre os seus efeitos terapêuticos e medicinais, o turismo e avaliações de impacto no meio ambiente. Além de todo o conhecimento químico adquirido esta atividade foi de suma importância, pois ajudou a

compreender a realidade próxima deles que, como citado anteriormente, a grande maioria dos alunos desconhecia.

É importante salientar sobre o interesse pela vida da cientista Marie Curie. Os alunos desenvolveram grande admiração por ela devido à sua genialidade e às dificuldades enfrentadas no meio social e científico. Também não se pode deixar de mencionar sobre a influência da mídia nas informações sobre Radioatividade que são transmitidas para a sociedade.

Conclusões

A interface entre a História da Radioatividade e o ensino de Química por meio de uma proposta contextualizada propiciou a formação de um pensamento crítico à medida que os alunos adquiriam, de forma gradual, um embasamento científico sobre o assunto. A utilização de estratégias diversificadas facilitou a compreensão dos conteúdos e promoveu um maior envolvimento com a disciplina, despertando nos alunos várias habilidades e conhecimentos indispensáveis à sua formação. O estudo sobre as areias monazíticas de Guarapari promoveu a aquisição de conceitos científicos de uma forma prazerosa, além de proporcionar aos estudantes conhecer melhor e valorizar a região aonde vivem. Este trabalho possibilitou a formação de sujeitos capazes de analisar e compreender melhor as inúmeras informações recebidas na sociedade atual, além de indagar acerca de situações consideradas culturalmente corretas e refletir sobre questões éticas relacionadas a elas.

Referências Bibliográficas

- AQUINO, K. A. S.; AQUINO, F. S. **Radioatividade e Meio Ambiente: os Átomos Instáveis da Natureza**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2012.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, vol. 2, Brasília : MEC, 2006.
- BUENO, B. **Guarapari: Muito mais que um sonho lindo**. 1 ed. Brasília: Thesaurus, 2011.
- CARDOSO, E. M. **Apostila Educativa: Radioatividade**. Rio de Janeiro, Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- CHASSOT, A. **Raios X e Radioatividade**. Rio Grande do Sul, Química Nova na Escola no. 2, p. 19 – 22, novembro 1995.

COELHO, F. S.; COUCEIRO, P. R. C.; LOPES, A. L.; FABRIS, J. D. **Óxidos de ferro e monazita de areias de praias do Espírito Santo.** *Revista Química Nova*, São Paulo, vol. 28, no. 2, Março/Abril 2005.

CURIE, M. S. **Les rayons de Becquerel et le polonium.** *Revue Générale des Sciences*, v. 10, 1899.

ELETRONUCLEAR. **Panorama da Energia Nuclear no Mundo.** 2016, 207 pgs.

GONÇALVES, G.; FARIAS, J.; GONÇALVES, T. **Radioatividade x Radiação.** 2008. Disciplina de Metodologia do Ensino da Física I, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. **O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX.** *Química Nova na Escola*, vol. 33, no. 2, p. 93 – 98, maio 2011.

LOPES, A.; BOURGUIGNON, N. **A Guerra de Guarapari: Uma história sobre praias tropicais, bombas atômicas, riqueza e exploração no litoral brasileiro.** *Gazeta Online*, 2015.

Link para visualização: <http://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>

MARTINS, R. A. **Como Becquerel não descobriu a Radioatividade.** Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, Instituto de Física “Gleb Wataghin”, UNICAMP, Campinas, São Paulo. *Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis*, 7 (número especial): 27- 45, junho 1990.

MELLO, A. S. **Guarapari Maravilha da Natureza.** Rio de Janeiro: O Cruzeiro, 1971.

MERÇON, F.; QUADRAT, S. V. **A Radioatividade e a História do Tempo Presente.** Rio de Janeiro, *Química Nova na Escola*, no. 19, p. 27 – 30, maio 2004.

PEREIRA, A. M. **A física das radiações em sala de aula: Do projeto à prática.** 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PUGLIESI, G. **Sobre o caso “Marie Curie”: A Radioatividade e a Subversão do Gênero.** 2009. 193 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Concepções de Professores sobre Contextualização Social do Ensino de Química e Ciências.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22. 1999, Poços de Caldas, MG. Livro de resumos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

SEIXAS, A. B.; CUNHA, M. B. C.; GONZALES, I. **O ensino de Radioatividade em seu contexto histórico com ênfase na área da saúde, sob a perspectiva da Pedagogia HistóricoCrítica.** In: **XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, Florianópolis,

SC, Brasil, 2016.

SILVA, T. S. ; MORAIS, R. O.; CARDOSO, J. L. S.; MEDEIROS, L. N. **A importância da história da Química para alunos do nível Médio de Ensino.** Rio de Janeiro, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.