

O ensino de Radioatividade em seu contexto histórico com ênfase na área da saúde, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica

Fábio A. B. Seixas^{1*} (FM), Maria Bernadete de M. Cunha¹ (PQ), Isadora M. Gonzalez² (PQ).
fabiomacaubas@hotmail.com.

1. Instituto de Química/UFBA, Salvador-BA; 2. Faculdade de Educação/ UFBA, Salvador-BA.

Palavras-Chave: *pedagogia histórico-crítica, radioatividade, ensino de química.*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir o ensino da radioatividade e seu papel para a compreensão da constituição da matéria e da evolução dos modelos atômicos, ressaltando a influência desse conhecimento para os avanços no campo da medicina, principalmente na prevenção e tratamento do câncer. Buscamos fazer uma contextualização social, através do tema *A radioatividade e suas aplicações na área da saúde*, utilizando o método da Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Dermeval Saviani. Para tanto, foi construída e aplicada uma proposta de ensino durante os estágios curriculares da Licenciatura em Química em colégio da rede estadual da Bahia, em turmas de primeira série do nível médio do ano de 2015. Acreditamos poder contribuir para a melhoria do ensino de química, principalmente, no que diz respeito aos conteúdos abordados, considerando-se que estes ainda são tratados de forma desarticulada no nível médio, sobretudo, não havendo uma contextualização dos mesmos na perspectiva histórico-crítica.

INTRODUÇÃO

O ensino médio é de extrema importância na formação de cidadãos conscientes e responsáveis para nossa sociedade. Nesse sentido, a abordagem metodológica baseada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), proposta por Saviani (2008), ganha relevância para tratar de conteúdos de Química nesse nível de escolaridade.

A partir dessa constatação, cabe a nós professores o papel de planejar, preparar e dispor propostas de ensino referentes aos conteúdos da nossa disciplina, relacionando estes com os contextos sociais nos quais podem ser inseridos, mas com uma prática social presente na realidade do estudante, visando a sua emancipação perante as condições impostas pelos interesses dominantes.

A relevância do conteúdo radioatividade no ensino de Química se deve à sua importante contribuição para a evolução dos modelos atômicos e para evolução tecnologia em diversas áreas, inclusive na área da saúde. Nessa perspectiva, consideramos que o entendimento dos conceitos e processos advindos da radioatividade é extremamente importante para estabelecer uma visão crítica e reflexiva sobre o desenvolvimento científico e tecnológico envolvendo essa temática, possibilitando uma participação consciente nas discussões e nas tomadas de decisões que envolvem o assunto.

No entanto, muitas dificuldades são encontradas no que diz respeito ao ensino de radioatividade, observando-se muitas incoerências relacionadas a esse assunto, principalmente em relação ao contexto científico no qual o mesmo está inserido.

Na maioria das vezes, o conteúdo radioatividade é trabalhado de forma desvinculada dos modelos atômicos e do modelo de matéria particulada, o que revela uma incoerência referente ao seu contexto histórico, além de não ser feita uma contextualização coerente com o desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente na área médica.

Muitos estudantes do nível médio afirmam que a Química não se aplica às questões existentes na sociedade, além de ser de difícil compreensão e de não conseguir relacionar os conteúdos estudados com a realidade social na qual eles vivem.

Consideramos relevante, portanto, trazer a radioatividade como conteúdo escolar a ser trabalhado vinculado ao modelo de partículas e ao modelo atômico, inseridos em um contexto sócio-histórico. Nesse sentido, buscamos fazer uma contextualização social, através do tema *A radioatividade e suas aplicações na área da saúde*, utilizando o método da Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Dermeval Saviani (2008). Para tanto, foi construída e aplicada uma proposta de ensino durante os estágios curriculares da Licenciatura em Química/UFBA, em colégio da rede estadual da Bahia, em turmas de primeira série do nível médio no ano letivo de 2015.

Com esse trabalho, resultante do estágio curricular e parte do Trabalho de Conclusão de Curso de um dos autores (AUTOR, 2015), discutimos o ensino da radioatividade a partir de seu contexto histórico, sob a perspectiva histórico-crítica, no nível médio de escolaridade, considerando o seu importante papel para a compreensão da constituição da matéria, da evolução dos modelos atômicos e do avanço tecnológico, principalmente, na área da saúde.

Desse modo, a proposta de ensino apresentada nesta comunicação, resultante dos estágios de química no decorrer da formação acadêmica, quando se pôde observar muitas dificuldades encontradas pelos estudantes do ensino médio na compreensão dos conceitos básicos de Química, sendo, em geral, o aluno um mero espectador e não um sujeito partícipe crítico da sua realidade social (MORTIMER, 1995), embora parcial, pois ainda não traz a coleta e tratamento de dados, nos parece interessante por propor relacionar os conhecimentos produzidos em torno da radioatividade e dos modelos atômicos e de partículas, considerando-se o contexto sócio-histórico e suas aplicações na área da saúde.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) está pautada na concepção que propõe retomar vigorosamente a luta contra a seletividade, a discriminação e o rebaixamento do ensino das camadas populares, que não é liberal nem mecanicista, muito menos pós-moderna, mas sim, materialista histórica e dialética, tendo em vista que “o papel de uma teoria crítica da educação é dar substância concreta a essa bandeira de luta de modo a evitar que ela seja apropriada e articulada com os interesses dominantes” (SAVIANI, 2008, p.31).

Ao discutir os métodos pedagógicos, Saviani (2008) afirma que uma proposta pedagógica para ser considerada crítica deve manter continuamente presente a vinculação entre educação e sociedade, assim:

os métodos tradicionais assim como os novos implicam uma autonomização da pedagogia em relação à sociedade. Os métodos que preconizo mantêm continuamente presente a vinculação entre educação e sociedade. (p.70).

Para esse método, professor e estudantes são tomados como agentes sociais que buscam modificar as condições impostas pela sociedade burguesa, condições estas favoráveis aos seus interesses. A partir daí, o professor deve planejar as suas aulas de forma que os estudantes se apropriem dos conteúdos científicos historicamente produzidos, visando uma nova forma de refletir e agir sobre uma determinada prática social, se opondo às tendências dominantes.

Saviani (2008), então, propõe, como práxis pedagógica, cinco movimentos para o desenvolvimento da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), enquanto método de ensino. São eles: prática social inicial, que é considerada o ponto de partida do trabalho pedagógico; problematização, em que é feita a identificação dos principais problemas postos pela prática social e que necessitam de uma teoria mais elaborada para serem entendidas; instrumentalização, que consiste na apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários ao equacionamento dos problemas detectados na prática social; catarse, em que a capacidade de síntese é fundamental, pois, uma vez adquiridos os instrumentos teóricos básicos, é chegada a hora da expressão de uma nova forma de entendimento da prática social apresentada e, por fim, o retorno à prática social agora mais elaborada através dos conhecimentos específicos que vão permitir a síntese de novos conhecimentos.

Por outro lado, a História da Ciência contribui para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento crítico e dinâmico do estudante. A inclusão de conteúdos como a história da radioatividade na primeira série do ensino médio, é importante para abordagem dos conceitos de átomos e modelos atômicos que estão extremamente ligados aos fenômenos radioativos da matéria.

Por este motivo é que a radioatividade deve sim estar incluída como uma temática indispensável no ensino médio, pois por meio de sua análise histórico-crítica, pode-se compreender o contexto a ela relacionado, desde as experiências realizadas por Röntgen em que concluiu que tinha descoberto um novo raio, que por ser desconhecido deu-se o nome de raios X, o que deu início a muitos estudos sobre os “novos raios”, seguido de outra inovadora descoberta, a radioatividade (CHASSOT, 1995).

ENSINO DE RADIOATIVIDADE NA ÁREA DA SAÚDE: uma abordagem histórico-crítica

A proposta didática que planejamos buscou trabalhar os conteúdos: radioatividade, modelos atômicos e matéria particulada, a partir de uma contextualização com ênfase na área da saúde, principalmente na prevenção e tratamento do câncer, em salas de aula do primeiro ano do ensino médio, utilizando como abordagem metodológica a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC).

Essa proposta teve como objetivos que os estudantes pudessem:

- Entender a descontinuidade da matéria e a teoria atômica através do modelo de partículas;
- Entender o conceito de radioatividade;
- Conhecer as partículas subatômicas fundamentais (prótons, nêutrons e elétrons) e a natureza das radiações;
- Reconhecer e diferenciar as transmutações naturais e artificiais;
- Conhecer algumas aplicações da energia nuclear e suas consequências positivas e negativas, principalmente na área da saúde e no tratamento do câncer;
- Discutir os problemas da saúde pública relacionados à medicina nuclear, principalmente a falta de acesso aos exames de imagem, à prevenção e ao tratamento de doenças graves (a exemplo do câncer), assim como medidas a fim de torná-los mais acessíveis à população economicamente desfavorecida.
- Estimular o pensar crítico e capacitar o estudante para participação consciente em discussões sobre as questões sociais envolvendo o uso da energia nuclear.

Metodologia da proposta de ensino

Esta proposta foi aplicada de forma preliminar durante realização do estágio curricular da Licenciatura em Química/UFBA, na 2ª unidade de uma turma de 1º ano do ensino médio em colégio da rede estadual da Bahia, situado na cidade de Salvador, no ano letivo de 2015. Durante o processo, buscou-se fazer uma contextualização social sob a perspectiva histórico-crítica, através do tema *A radioatividade e suas aplicações na área da saúde*.

O plano de unidade foi desenvolvido para um total de 20 hora-aulas de 50 minutos, divididas em 10 momentos de 100 min cada, utilizando o método da Pedagogia Histórico-Crítica proposto por Saviani (2008). O conceito de radioatividade foi trabalhado em seu contexto histórico, atrelado à evolução dos modelos atômicos e ao modelo de matéria particulada.

Partindo de uma breve discussão sobre os conceitos de matéria, materiais e substâncias, buscou-se mostrar a necessidade da utilização de modelos de partículas para explicar algumas propriedades da matéria ou de certos materiais, tais como a radioatividade.

Posteriormente, buscou-se mostrar a relação entre a radioatividade e os modelos de partículas e a utilização desses modelos para explicar a constituição da matéria e sua descontinuidade, a fim de possibilitar que os estudantes se apropriassem dos modelos usados para explicar a natureza dos fenômenos radioativos e, assim, discutir de forma mais consciente suas aplicações, principalmente na área da saúde, seus problemas e suas consequências positivas e negativas, buscando manter continuamente presente a vinculação entre educação e sociedade.

Esses momentos foram agrupados em cinco etapas, onde cada etapa correspondeu a um dos cinco movimentos propostos por Saviani (2008) para a aplicação da Pedagogia Histórico-Crítica como método de ensino, descrito a seguir.

1º movimento: Prática Social Inicial

Buscou-se introduzir a prática social inicial fazendo um levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre a descontinuidade da matéria e a radioatividade, assim como sobre alguns exames que, provavelmente, o estudante ou alguma pessoa conhecida por ele pudesse ter realizado, como raios X e tomografia computadorizada, entre outros, e também se o aluno sabia algo ou já ouviu falar sobre o tratamento do câncer através da radioterapia e se ele conhecia alguém que já tratou o câncer. Dessa forma, pretendeu-se relacionar o conteúdo com a vivência dos estudantes, através dos seguintes questionamentos:

1. Vocês já fizeram um exame chamado raios X? Como foi? Por que a pessoa que faz o exame se protege atrás de um aparato de chumbo?
2. O que você entende por radioterapia?
3. Qual a relação que podemos estabelecer entre a radioatividade e o tratamento do câncer?
4. Toda a população tem acesso aos exames de imagem e ao tratamento do câncer? É direito da cidadã e do cidadão este acesso?

Posteriormente, foram feitas as seguintes perguntas: Já perceberam que os materiais se comportam de formas diferentes? Por exemplo, quando colocamos café em

um copo, quem esquenta mais, um copo de plástico ou um copo de metal? E por que esses materiais se comportam de forma diferente?

As respostas foram anotadas no quadro, observando se explicitavam de que são feitos os materiais.

Em seguida, foi mostrado um copo de vidro com água potável devidamente tratada e pedindo para que eles dissessem o que viam quando olhavam para o copo, e foi solicitado que alguém provasse da água. Logo após, na frente de todos, foi colocada uma pitada de sal no copo com água dissolvendo totalmente o sal e, então, foi perguntado: E o que vocês vêem agora? Cadê o sal?

Logo após, foi solicitado para a mesma pessoa que provou a água antes de adicionar o sal, que provasse novamente após a adição. Então, foi perguntado ao estudante: doce ou salgada? Posteriormente, os estudantes foram questionados: na água existem espaços que podem ser ocupados pelo sal e, assim, nós não podemos mais enxergá-lo? As respostas foram anotadas no quadro.

Com as respostas dos alunos às perguntas acima, o professor passava a ter uma noção sobre o que eles já sabiam e o que eles precisariam saber. O próximo passo foi mostrar aos mesmos que o que já sabiam era insuficiente para compreender a questão do uso da radioatividade no tratamento do câncer, por exemplo. Isso foi feito no segundo passo: a problematização.

2º movimento: Problematização

Foi realizada uma discussão sobre o uso da medicina nuclear no tratamento do câncer e a relação entre essas práticas e os conhecimentos sobre radioatividade. Além disso, foram levantados problemas de saúde pública no Brasil inerentes a essa área e como que a ignorância sobre o assunto pode contribuir para tais problemas.

Para isso, os estudantes assistiram ao filme “*Césio 137: O brilho da morte*”, que relata o caso do acidente radioativo ocorrido em Goiânia, em 1987. Após assistir ao filme, os estudantes se organizaram em equipes de cinco componentes para discutirem e responderem por escrito a seguinte questão: Quais as principais causas que levaram ao acidente de Goiânia, considerado até hoje o maior acidente radioativo da história do Brasil?

Nesse momento, o professor deve mostrar aos estudantes o que eles ainda precisam aprender para entender o uso de radioatividade na medicina e sua importância, mesmo trazendo riscos de acidentes, entre outros, como apresentado no caso de Goiânia. Além disso, o professor deve procurar fazer com que os estudantes percebam a necessidade de se entender o conteúdo científico para que ele possa compreender melhor o tema e, portanto, possa ter maior poder de discussão e de tomada de decisão perante as questões sociais. Para tanto, foram levantadas as seguintes questões para reflexão, as quais foram retomadas na etapa da catarse, após a instrumentalização.

1. Se um médico lhe orientasse a fazer radioterapia você conseguiria entender a que exatamente você estaria se submetendo?
2. Se você tivesse que explicar a outra pessoa sobre o tratamento usando radioatividade ao qual você seria submetido, como faria?
3. Que tipo de conhecimento ou informação você acha que deveria ter para entender melhor a indicação do médico e para conseguir explicar o tratamento com radioatividade para um amigo?
4. Como você explicaria o fato do “brilho da morte” (luz emitida pelo césio 137) causar sérios problemas de saúde?

Na problematização busca-se apresentar aos estudantes os elementos contraditórios da realidade com o objetivo de ressaltar que a prática, por si só, não dá conta de explicar os fenômenos envolvidos na situação problema. Dessa maneira, procura-se fazer com que o estudante perceba a necessidade de buscar um conhecimento mais bem elaborado, que possibilite um entendimento maior sobre a prática social em questão. Isso deve ser feito no terceiro movimento, a instrumentalização.

3º movimento: Instrumentalização

Durante essa etapa é fundamental que os conceitos químicos a serem estudados sejam apresentados numa estrutura lógica, ou seja, numa rede conceitual. Dividimos este momento em três partes, conforme descrito a seguir, de forma que, para cada parte, houve uma avaliação, intercalando este momento com o quarto movimento, a catarse, descrito posteriormente.

- Parte 1: Discussão e atividades sobre a constituição da matéria, sua descontinuidade, conceito de materiais, de substâncias e pureza, conceito de átomos, moléculas e elementos e a utilização de modelos de partículas para explicar algumas propriedades da matéria.

Nessa etapa foram realizadas duas atividades:

- ✓ *Atividade I* - Discussão sobre os conceitos de matéria, material, substância, mistura e pureza.

No laboratório de química, os estudantes observaram uma amostra de água barrenta sendo agitada. Esse material foi escolhido por apresentar uma maior dificuldade de compreensão por parte dos estudantes, pois macroscopicamente é difícil a percepção de mais de um aspecto. Foi discutido o fato de a água barrenta apresentar propriedades diferentes em sua composição.

Em seguida, foi cessada a agitação da água barrenta, aguardando a decantação e, posteriormente, realizando-se uma filtração simples, separando parte da mistura. Foi discutida a composição de cada parte ou fração da mistura, comparando os aspectos com a mistura inicial.

Então, os alunos foram questionados: Essas frações da mistura inicial ainda podem passar por processos de separação? Foi citado como exemplo o tratamento da água de rios e lagos para obtenção da água potável, assim como a destilação dessa água a fim de purificá-la.

Foi discutido também o grau de pureza, mostrando que, na prática, uma substância possui impurezas (vestígios de outras substâncias), por mais que tenha passado por vários processos de separação, passando pelos chamados testes de pureza.

Pretende-se, com isso, que os estudantes entendam que uma substância é um material que passou por processos de separação e purificação, nos quais foram retirados outros componentes considerados como impurezas.

- ✓ *Atividade II* - Discussão sobre os conceitos de partículas e a descontinuidade da matéria.

Essa atividade foi iniciada com a afirmação: *No nosso dia-a-dia é possível sentir diferentes odores. Esses odores podem ser sentidos mesmo que não estejamos muito próximos desses materiais e na ausência de fumaça ou vento.*

Com base nessa afirmação, o professor discutiu com os estudantes buscando refletir sobre a descontinuidade da matéria: como se pode explicar, em termos de partículas, o fato do cheiro de algo poder ser sentido a longas distâncias mesmo na ausência de vento e fumaça. O professor buscou interferir como um mediador, sugerindo aos estudantes a seguinte reflexão: Pense que as partículas movimentam-se continuamente.

A partir das respostas dos estudantes, o professor orientou a discussão visando o entendimento da constituição da matéria a partir de partículas submicroscópicas (átomos, moléculas etc.).

No momento de catarse referente a essa parte 1, deve ser avaliada a participação e o desempenho de cada aluno nas discussões.

- Parte 2: Aulas expositivas participativas sobre os conteúdos químicos.

Foram realizadas aulas expositivas participativas, utilizando apresentação de slides, sobre a história da radioatividade e os modelos atômicos, as partículas subatômicas, as experiências relacionadas, a energia nuclear, outras radiações (como os raios X) e a natureza das radiações.

Durante uma das aulas expositivas, foi solicitado aos estudantes que friccionassem a caneta na roupa ou no cabelo e posteriormente encostassem a caneta em pedacinhos de papel, discutindo com os mesmos sobre o fenômeno que estava ocorrendo (a atração) e pedindo para que eles explicassem o fato, de acordo com o modelo de Thomson.

Foi também discutida a interpretação dos fatos experimentais que evidenciaram a passagem dos raios alfa pela lâmina de ouro, o que contribuiu de forma significativa para a proposta de modelo atômico feita por Rutherford.

Além disso, foi discutida a emissão de luz por diferentes materiais, como os metais quando aquecidos ou os sais de diferentes metais quando queimados, solicitando uma explicação com base no modelo de Bohr.

- Parte 3: Filme e discussão sobre a prevenção e tratamento do câncer.

Foi apresentado o vídeo *Diagnóstico por imagem: como funciona? (Raios X, tomografia, ressonância magnética, ultrassom)* de, aproximadamente, 16 minutos. O professor discutiu com a turma sobre os problemas relacionados à saúde pública no Brasil, principalmente, à prevenção e tratamento do câncer.

Foi informado aos alunos que, segundo a Constituição de 1988, todo brasileiro tem o direito à saúde pública de qualidade e ao tratamento do câncer pelo sistema único de saúde (SUS).

4º movimento: Catarse

Este é o momento da expressão elaborada da nova forma de entendimento da prática social a que se ascendeu após apropriação, mesmo que de forma parcial, dos instrumentos básicos. É nesse momento que foi avaliada a aprendizagem dos estudantes.

A catarse foi realizada intercalada com a instrumentalização, também em três partes, com as seguintes formas de avaliação:

- Parte 1: Participação e desempenho dos alunos nas discussões durante as atividades realizadas na parte 1 da instrumentalização.

A partir das falas dos estudantes, o professor anotou as informações consideradas por ele relevantes para, neste momento de catarse, avaliar se eles utilizaram os conhecimentos apropriados na instrumentalização.

Nesse momento, buscou-se avaliar através da participação nas discussões se os estudantes entenderam que uma substância é um tipo de material que passou por processos de separação, nos quais foram retirados, na medida do possível, outros componentes, mas que, na prática, uma substância possui impurezas (vestígios de outras substâncias), por mais que tenha passado por vários processos de separação.

- Parte 2: Questionário, o qual o aluno respondeu por escrito, para avaliar a aprendizagem dos conteúdos ensinados durante as aulas expositivas.

Questões:

1. O que ocorre quando dissolvemos sal em água? O sal ainda existe? Explique com base no modelo de partículas.
2. Quais os modelos atômicos estudados em sala de aula e quais as suas principais características?
3. Com o modelo atômico de Dalton é possível explicar a natureza elétrica da matéria? E a radioatividade? Por quê?
4. Utilizando o modelo atômico proposto por Thomson, explique como um material pode ser eletrizado por atrito atraindo outro material, a exemplo da caneta atraindo pedacinhos de papel.
5. O que você entende por radioatividade? Qual a importância dos trabalhos de Marie Curie para esse conhecimento?
6. Quais foram os raios precursores para a descoberta da radioatividade entre o final século XIX e início do século XX?
7. Qual a importância da radioatividade, dos raios X e dos raios catódicos para a evolução dos modelos atômicos?
8. Explique as evidências experimentais que levaram Rutherford a propor o seu modelo atômico, a partir dos experimentos com os raios alfa e a lâmina de ouro.
9. Explique, através dos modelos nucleares e da estrutura eletrônica, a origem da radioatividade, dos raios X e da luz.
10. Cite as principais características das radiações alfa, beta e gama. Qual delas tem o maior poder de penetração na matéria? Por que os resíduos radioativos devem ser tratados com um cuidado especial? Como esses resíduos devem ser armazenados, para evitar prejuízos à saúde e ao meio ambiente?

Através dessas questões, buscou-se avaliar se os estudantes entenderam:

- ✓ Que os modelos de partículas possibilitam explicar determinadas propriedades da matéria, como a sua expansibilidade, solubilidade, natureza elétrica, radioatividade;
- ✓ Que a constituição da matéria, a partir da teoria atômica e molecular, pode ser mais bem explicada a partir da evolução dos modelos atômicos;
- ✓ A história da radioatividade e a importância dos trabalhos de Marie Curie;
- ✓ Que os raios catódicos e os raios X foram precursores para a descoberta da radioatividade por Marie Curie e estão inseridos no mesmo contexto histórico dos modelos atômicos de Thomson e Rutherford;

- ✓ A contribuição dos raios catódicos e da radioatividade para a evolução dos modelos atômicos entre o final do século XIX e início do século XX;
 - ✓ As características de cada modelo atômico e quais os fatos e/ou as evidências experimentais que levaram à construção desses modelos;
 - ✓ O conceito de transmutação nuclear;
 - ✓ Que, de acordo com os modelos nucleares, a radioatividade é uma radiação emitida pelo núcleo atômico quando este sofre uma transmutação, enquanto que os raios X e a luz, entre outras radiações não nucleares, são provenientes da movimentação eletrônica na região extra nuclear;
 - ✓ A natureza das radiações alfa, beta e gama;
 - ✓ Que as radiações podem interagir de diferentes maneiras de acordo com a constituição do material;
 - ✓ Que os raios X são conhecidos desde o final do século XIX, período entre os modelos de Thomson e Rutherford, em meio aos experimentos com raios catódicos e radioatividade;
 - ✓ E que a armazenagem dos resíduos radioativos deve ser feita em condições adequadas, em recipientes ou locais que possuam paredes com espessura e densidade suficiente para impedir a passagem da radiação, como é o caso das paredes de chumbo.
- Parte 3: Dissertação com o seguinte tema:

“A importância dos conhecimentos sobre radioatividade para a área da saúde, principalmente, na prevenção e no tratamento do câncer, e da sua utilização, levando em consideração os cuidados com os resíduos radioativos e os problemas que o descarte inadequado destes resíduos pode causar à sociedade e ao meio ambiente.”

A partir dessa dissertação, buscou-se avaliar, principalmente, se os estudantes:

- ✓ Entenderam que os exames de imagem são importantes para a prevenção e tratamento do câncer, sendo que estes fornecem imagens internas do corpo;
- ✓ Argumentaram sobre a importância da utilização da energia nuclear, estando cientes de suas consequências positivas e negativas;
- ✓ Estão cientes dos problemas da saúde pública relacionados à medicina nuclear, principalmente, a falta de acesso aos exames de imagem, à prevenção e ao tratamento de doenças graves (a exemplo do câncer), assim como medidas a fim de torná-los mais acessíveis à população economicamente desfavorecida.
- ✓ Mostraram um pensar crítico, consciente e transformador sobre as questões sociais envolvendo o tema.

De forma geral, a partir das respostas, buscou-se avaliar a aprendizagem dos estudantes, procurando perceber se houve avanços na forma de pensar e agir dos estudantes, a partir do ensino dos conceitos científicos.

5º movimento: Prática Social Final

Neste momento, foi retomada a prática social, através de debates e exposição dos resultados para toda a comunidade escolar a fim de verificar se houve apropriação e aplicação do conhecimento científico por partes dos estudantes.

Foi criada uma situação problema, na qual foi solicitada aos estudantes a proposição de uma solução para a mesma. A situação problema foi:

Uma mãe, diagnosticada com câncer de mama, se recusa a fazer o tratamento de radioterapia. A mãe justifica sua recusa dizendo que não confia nos tratamentos disponíveis, além de não ter dinheiro para fazer e de não acreditar na saúde pública. Os estudantes, como filhos dessa senhora, teriam que convencê-la, por meio dos conhecimentos adquiridos, a fazer o tratamento. Eles teriam que contra argumentar com a mãe.

Então, foi solicitado que os estudantes formassem grupos de cinco componentes para discutir o problema, inicialmente, dentro do próprio grupo e, posteriormente, entre os grupos, mobilizando os conhecimentos químicos apropriados e se expressando de forma crítica no sentido de cobrar do poder público o tratamento, sendo este um direito constitucional de todo brasileiro.

RESULTADOS ESPERADOS

A partir das atividades realizadas e dos novos conhecimentos adquiridos durante as aulas, espera-se que os estudantes apresentem nova postura e mostrem nos argumentos o conhecimento adquirido, de acordo com a concepção dialética. Nesta concepção da lógica dialética, o senso comum que está arraigado no ambiente educacional pode ser superado, por meio de uma reflexão teórica para chegar à consciência filosófica (GASPARIN, 2005). A sequência do método dialético pode ser representada pelo esquema:

Real aparente → Abstrações (reflexões) → Real pensado (nova postura)
(Prática → Teoria → Prática)

Então, a partir das atividades realizadas, o professor listou com os estudantes, a nova postura a ser assumida, explicitando o que eles devem se apropriar:

- ✓ Entender a descontinuidade da matéria, buscando explicar a sua constituição e as suas transformações, assim como algumas de suas propriedades a partir dos modelos de partículas (átomos, moléculas e íons);
- ✓ Conhecer mais sobre a radioatividade e sobre o papel da radioatividade para a evolução dos modelos atômicos e a importância destes conhecimentos para o avanço da medicina;
- ✓ Compreender melhor a relação entre a radioatividade e o tratamento do câncer;
- ✓ Entender mais sobre os materiais radioativos, tendo em vista a necessidade de uma manipulação e um tratamento de forma responsável desses materiais e seus resíduos.

O professor também listou com os alunos as novas ações:

- ✓ Participar de forma consciente das discussões e tomada de decisões acerca de questões científicas e sociais relacionadas à prevenção e ao tratamento do câncer no Brasil;
- ✓ Ter uma consciência crítica acerca da utilização da energia nuclear, bem como do tratamento e armazenamento dos resíduos radioativos;
- ✓ Estar ciente dos seus direitos e deveres em relação ao tema abordado;
- ✓ Compreender que a saúde de qualidade é um direito constitucional de todos os cidadãos brasileiros.

Vale ressaltar que, apesar de haver a incorporação de conceitos científicos à prática social, o senso comum continua presente na racionalidade dos estudantes e

também do professor. No entanto, para o cumprimento da função social da escola, espera-se que a interpretação da realidade, ao final do processo, seja feita predominantemente através dos conhecimentos estudados de forma sistemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos poder contribuir para a melhoria do ensino de Química, principalmente, sobre radioatividade, modelos atômicos e constituição da matéria, a partir da proposta apresentada, levando em consideração que estes conteúdos ainda são tratados de forma desarticulada no nível médio de ensino, sobretudo, não havendo uma contextualização dos mesmos principalmente na área da saúde, sob a perspectiva histórico-crítica.

De acordo com o exposto, a abordagem histórico-crítica pode ser considerada uma excelente alternativa para o ensino de ciências, incluindo o estudo em questão, onde essa abordagem se mostrou apropriada para o ensino de radioatividade e modelos atômicos em salas de aula do 1º ano do ensino médio, pois permitiu aos estudantes que se apropriassem de conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade, passando a ter uma visão mais crítica e um maior potencial de ação para a transformação social almejada.

Assim, a ciência é entendida como uma construção humana, levando em conta que seus aspectos históricos, sociais, econômicos e políticos influenciam o desenvolvimento do conhecimento científico e vice-versa, através de uma contextualização pertinente, numa perspectiva materialista histórica e dialética.

Apesar de ser uma proposta de ensino ainda não aplicada para a coleta e tratamento de dados, porém aplicada de forma preliminar, notou-se o envolvimento dos estudantes bastante favorável para o processo de ensino e aprendizagem durante sua aplicação no estágio curricular da Licenciatura em Química, sendo, portanto, nossa pretensão retomar a sua aplicação durante o desenvolvimento profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1996.

BRASIL. **Lei n. 9.394/1996**: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. São Paulo: Saraiva, 2007. Corrigir pela lei.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998.

CHASSOT, Attico. Raios X e radioatividade. **Química Nova na Escola**. n.2, nov, 1995.

ENGELS, F. MARX, K. **Textos sobre educação e ensino**. [tradução de Rubens Eduardo Frias] 4.ed. São Paulo: Centauro, 2004.

GASPARIN, João Luiz. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 3. ed. Campinas, São paulo: Autores Associados, 2005.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. v. 1, maio 1995.

REIS, Nirly Araujo dos; OLIVEIRA, Angélica Santos; SILVA, Erivanildo Lopes da. Contribuições da Radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no Ensino de Química. **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química.**[s.n.],2013.

SAVIANI, Dermeval. **Educação brasileira: estrutura e sistema.** 7. ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia.** 40 ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

Diagnóstico por imagem: como funciona? (Raios X, tomografia, ressonância magnética, ultrassom): www.youtube.com/watch?v=kycJTRoo48U (acesso 15/10/2015).