



O Brilho das radiografias sob a perspectiva CTS no ensino de Química

The brightness of the X-rays within the scope of the STS approach in Chemistry teaching

Cíntia Soares Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP;
cintiasoarescarvalho1990@gmail.com

Jaciara Gomes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP
jacigomes911@gmail.com

Pamela Carvalho Silva

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP
p17carvalho@hotmail.com

Fernando Gonçalves Salviano

Escola Estadual Paulo Frei Luigi, Brasil.
jfgsalviano@gmail.com

Marlon Cavalcante Maynarte

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP
mcmaynart@gmail.com

Eliana Maria Arico

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP
elianaarico@gmail.com

Elaine Pavini Cintra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo – IFSP
epcintra@gmail.com

Resumo:

No Brasil, o resíduo sólido hospitalar tem descarte e destino adequados. Entretanto, as radiografias resultantes de diagnósticos por exames de imagens são entregues ao paciente e cabe a ele a decisão de guardá-las ou descartá-las. Esta situação problema motivou o desenvolvimento do presente trabalho, pois geralmente o paciente, por desinformação, não descarta corretamente o resíduo sólido. Este trabalho é um relato de experiências didáticas que empregaram as radiografias como objeto principal de estudo, a fim de atender as demandas presentes na Política Nacional de Resíduo Sólidos. As estratégias tiveram como finalidade o aluno reconhecer as radiografias como resíduo, refletir sobre a adequada destinação de seus constituintes e a sua reintegração no



ciclo de produção, visando a logística reversa. As atividades possibilitaram ao aluno refletir sobre seu posicionamento quanto ao destino dos resíduos sólidos e tomada de decisões para atenuar os impactos ambientais. Em uma das etapas contextualizou-se o conteúdo curricular de química com o processo de reciclagem das radiografias. Abordaram-se conceitos relacionados à tabela periódica, elementos, suas propriedades e evidências de reações químicas. Os resultados foram avaliados por análise qualitativa de textos elaborados pelos discentes. Nas ideias apresentadas, os alunos propuseram ações de coletas seletiva de resíduos sólidos para as suas comunidades. A abrangência de conceitos multidisciplinares levou à discussão de conhecimentos nas esferas, ambiental, tecnológica e social, da problemática das radiografias. A educação CTS motivou o interesse do conteúdo curricular ao contextualizar a problemática ao meio em que o aluno vive.

Palavras-Chave: PNRS; Radiografias; CTS; Prata; Acetato de Prata; Ensino de Química.

Abstract:

In Brazil, hospital solid waste is adequately disposed of. However, x-rays resulting from imaging examination diagnoses are given to the patient and it is the patient's decision whether to keep or discard them. This problematic situation motivated the development of this study, since patients, due to lack of information, often do not dispose of this solid waste adequately. This study presents didactic experiences that used x-rays as its main object, in order to reach the National Solid Waste Policy demands. These teaching experiences hoped to: enhance students' recognition of X-Rays as waste; lead them to reflect on adequate means of disposal of their base elements and these elements' reintegration into the production cycle, through reverse logistics. The activities allowed students to reflect on their position regarding the disposal of solid waste and the decision-making process towards minimizing environmental impact. The Chemistry curricular content was adapted to focus the recycling process of x-rays. Concepts were studied related to the periodic table, element properties and evidence of chemical reactions. The results were assessed through the qualitative analysis of texts written by the students. In these, the students proposed actions for the selective collection of solid waste within their communities. The focus on multidisciplinary concepts led to the discussion of the x-rays disposal problem within environmental, technological and social realms. The STS approach improved interest in the curricular content by contextualizing the problematics in the students' surroundings.

Keywords: PNRS; Radiograph; STC; Silver Acetate; Teaching of Chemistry.

Resumen:

En Brasil, los residuos sólidos hospitalarios no tienen un destino apropiado. Por ejemplo, es usual que las radiografías sean entregadas entregadas al paciente, dejando en sus manos la decisión decisión de guardarlos o tirarlos. Esta situación de problema motivó el desarrollo de este trabajo, porque en general el paciente, por no tener suficiente información, no se deshace de estos residuos de manera correcta. Este trabajo es un relato de experimentos didácticos que utilizan las radiografías como el principal objeto de estudio con el fin de satisfacer las demandas presentes en la Política Nacional de Residuos Sólidos. El principal objetivo era que el alumnado reconozca las radiografías como residuos, que reflexione sobre cuál debe ser su destino adecuado y su inserción en el ciclo de producción. Las actividades permitieron a los estudiantes reflexionar sobre su postura con respecto



a la eliminación de residuos sólidos y la toma de decisiones para atenuar los impactos ambientales. En una de las etapas se contextualizó el contenido curricular con el proceso de reciclaje químico de las radiografías. Se abordaron los conceptos relacionados con los elementos de la tabla periódica, sus propiedades y las reacciones de obtención de evidencias químicas. Los resultados se evaluaron mediante análisis cualitativo de los textos escritos por los alumnos. En las ideas presentadas, los estudiantes propusieron acciones de recogida selectiva de residuos sólidos a sus comunidades. El alcance de los conceptos multidisciplinares llevó a plantear distintos planos presentes: ambiental tecnológico, social... sobre el problema de las radiografías. La educación CTS motivó el interés del contenido curricular al contextualizar el problema al medio en que el alumno vive.

Palabra Clave: PNRS; Radiografía; CTS; Plata; Acetato; Enseñanza de La química.

Introdução

Com o crescente desenvolvimento científico e tecnológico e sua aplicação cada vez mais presente na sociedade moderna, torna-se muito importante vincular às estratégias de ensino e aprendizagem aspectos que correlacionem conceitos da ciência aos impactos positivos e negativos resultantes do uso da tecnologia.

A principal proposição dos currículos com ênfase em Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) tem sido apresentar a ciência como ferramenta que auxilie o cidadão a ter acesso a outros saberes (Brasil, 2002). Saberes que vão além do conteúdo programado do currículo escolar, fazendo com que o aluno partilhe o aprendizado adquirido na escola afim de proporcionar mudanças no espaço em que vive. O objetivo central deste ensino é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, desenvolver habilidades e valores necessários para tomada de decisões responsáveis (Teixeira & Cintra, 2015; Santos, 2007).

Visando a educação científica com ênfase na resolução de problemas, foram desenvolvidas atividades, de aspectos experimentais, teóricos e lúdicos. Embora o número de pesquisas voltadas ao Ensino de Química tenha crescido nos últimos anos, ainda se constata uma abordagem excessivamente disciplinar e conceitual, de forma que as aprendizagens que são geradas, quando são, carecem de significação para os alunos. O enfoque CTS tem como marca a contextualização do ensino, embora não se reduza somente a isso, proporcionando sua aplicação na vida cotidiana. Utilizando conceitos para a compreensão da realidade e dos fenômenos, o ensino de Química com enfoque CTS motiva os alunos a estudarem a Ciência, pois além de estudar os fenômenos relacionados à Química, os aspectos tecnológicos, que hoje são praticamente indissociáveis dos científicos, e sociais são levados em consideração. Compreender a Química com esse olhar contribui para desconstruir a imagem de Ciência dissociado da realidade (Freire, 2007).

Estudos indicam a relevância do trabalho envolvendo conceitos curriculares atrelados ao cotidiano, integrando a aprendizagem às situações-problema (Santos & Auler, 2011). Partindo-se deste pressuposto escolheu-se a problemática a ser trabalhada. No Brasil, o resíduo sólido hospitalar tem descarte e destino adequados. Entretanto as radiografias resultantes de diagnósticos por exames de imagens são entregues ao paciente e cabe a ele a decisão de guardá-las ou descartá-las. Esta situação problema motivou o desenvolvimento do presente trabalho, pois geralmente o paciente,



por desinformação, não descarta corretamente o resíduo sólido. Neste trabalho associamos a problemática ambiental causada pelo descarte incorreto de resíduos, em específico as radiografias, ao estudo da recuperação da prata e do acetato presentes na sua constituição.

Observa-se que a reciclagem das radiografias, além de proporcionar a preservação do capital natural, diminui de modo significativo os problemas ambientais que são causados, principalmente pelo acetato e pela prata, constituintes das radiografias. Assim tanto a prata como o acetato, obtidos com a reciclagem, retornam ao sistema produtivo de acordo com pressupostos da logística reversa.

Contextualização teórica

O mundo moderno é cada vez mais dinâmico e produtivo, gerando muitas vezes, nos seres humanos uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões comuns, individuais ou coletivas. Decisões necessárias quando analisamos o descontrole no consumo e a falta de orientação sobre o correto manejo dos resíduos gerados pela sociedade moderna (Moretti, Lima, & Crnkovic, 2011). Porém, nem sempre esta situação tem sua importância corretamente percebida.

Na esteira destas preocupações surgem pesquisas e trabalhos que podem se enquadrar no que se chama usualmente de Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS). No entanto, há ainda um caminho a ser percorrido para que tais propostas estejam presentes na sala de aula como regra na prática educacional e não como exceção.

Os jovens, em particular, interagem constantemente com novos hábitos de consumo, que são reflexos diretos da tecnologia atual (Moretti, Lima, & Crnkovic, 2011). Aqui vemos a importância da escola em proporcionar um ambiente de aprendizagem, afim de que os alunos desenvolvam o senso crítico capaz de avaliar as consequências de seus hábitos. Porém verifica-se grande dificuldade de associar o conteúdo programático curricular às demandas da uma sociedade cada vez mais dinâmica e consumista.

Neste sentido, o movimento CTS se insere em um contexto, bem mais amplo do que a escola, comportando elementos que transcendem a educação formal (Jiménez-Aleixandre & Bustamante, 2003). Acrescente-se a isto um paradoxo: ao mesmo tempo em que as disciplinas científicas parecem não ter uma boa aceitação entre os alunos, a ciência desfruta de grande prestígio na sociedade, o que leva a supor que tal realidade não está em consonância com o currículo escolar (Mortimer & Santos, 2002; Auler & Delizoicov, 2001).

Desde modo o presente trabalho busca conjugar os apoios didáticos oferecidos pela linha CTS a fim de aprimorar o conteúdo curricular do aluno de ensino médio como também a educação adquirida no cotidiano real do aluno, não só fazendo-o assimilar conceitos obrigatórios como desenvolver no discente o apelo crítica necessário para reformular o espaço em que atua.

Considerando a problemática envolvendo a destinação correta do lixo, recentemente no Brasil foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010) com o intuito de realizar a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos. Esta política pode ser considerada um marco regulatório de resíduos sólidos, dando bases para o desenvolvimento social, ambiental e econômico, uma vez



que propõe que o lixo deixe de ser problema para ser gerador de novas riquezas e negócios (Leite, 2003).

Para a busca da resolução dos problemas de resíduos no Brasil foi promulgada a PNRS, mas como toda lei, ela é complexa, envolve interpretação e o aprofundamento de vários itens que nela estão inseridos. Segundo Brasil (2010), um desses itens é a Logística Reversa, que deve ser praticada por todas as pessoas jurídicas públicas e privada e todos os geradores de resíduos, portanto envolve todos os atores sociais, iniciando-se nos consumidores finais, passando por intermediários e fazendo o retorno dos resíduos sólidos às empresas que os produziram (Edwald, Gama, & Moraes, 2014).

Deste modo o presente trabalho usa o material radiográfico como objeto principal de estudo a fim de responder as questões propostas da PNRS, tratando este produto não como lixo, mas sim, como resíduo, procurando dar adequada destinação para seus componentes devidamente re-obtidos e assim integrá-los no ciclo de produção, visando à logística reversa.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido no Projeto de Iniciação à docência – PIBID, por um grupo de três bolsistas na Escola Estadual Frei Paulo Luigi, localizada na cidade de São Paulo, durante o período de nove meses do ano de 2015. Participaram do projeto alunos da educação de jovens e adultos (EJA) e do curso regular, matriculados no primeiro ano do ensino médio. A tabela 1 apresenta as atividades e estratégias usadas.

Tabela 1. atividades e estratégias usadas no trabalho.

Atividades	Estratégia
Atividade I Questio-nário	Identificar o público alvo, e obter informações sobre o conhecimento do descarte das radiografias.
Atividade II Questionário sobre os vídeos: Resíduos Sólidos (2015) e Reciclagem da Radiografia (2015)	O primeiro vídeo teve como finalidade proporcionar o conhecimento sobre os resíduos e a diferença entre resíduos e rejeitos. O segundo vídeo teve como objetivo mostrar a importância da logística reversa, da PNRS, abordando a reciclagem das radiografias.
Atividade III Aula expositiva – Utilizando a lousa	Abordar os conceitos de cátions, ânions, reações e informações sobre elementos químicos e tabela periódica.



Atividade IV Treinamento com os monitores	Capacitar um pequeno grupo de alunos para participar como monitores nas futuras atividades.
Atividade V - Atividade experimental (A)	Trabalhar conceitos químicos, abordando a teoria e a prática, com ênfase nas reações entre cátions e ânions, com verificação das evidências macroscópicas da ocorrência das reações químicas estudadas. Nesta intervenção foi realizada a lixiviação das radiografias com solução de hipoclorito de sódio.
Atividade V – Atividade Experimental (B)	Teve como objetivo demonstrar os processos em laboratório para a obtenção da prata, partindo-se do material resultante da lixiviação das radiografias.
Atividade VI - Lúdica - Reações Vivas entre cátions e Ânions (Cunha, 2012).	Promover o estudo das reações entre cátions e ânions. Foi elaborado um jogo, no qual os alunos atuaram como personagens representando o papel de cátions e ânions. Partindo-se da representação da fórmula química de um composto de interesse, os alunos deveriam associar-se a fim de formar o produto solicitado.

Resultados

No início do projeto, buscou-se analisar o público alvo. Os resultados da pesquisa realizada mostraram que os alunos do Ensino Médio Regular tinham entre 15 a 17 anos e os alunos da Educação de Jovens e Adultos se inseriam na faixa idade entre 18 a 60 anos. Verificou-se que a maioria dos alunos não possuía o hábito de descartar suas radiografias de maneira adequada, talvez por falta de informação acerca do descarte correto. Sobre a constituição das radiografias os alunos também desconheciam a presença da prata e os demais compostos constituintes.

A atividade envolvendo o estudo de vídeos voltados para os Resíduos Sólidos e Reciclagem da Radiografia teve como objetivo apresentar para os discentes as diferenças entre os conceitos de rejeito e resíduo. Durante a atividade os alunos responderam questionamentos associados à coleta seletiva, logística reversa, política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e o processo de reciclagem das radiografias.

Observou-se nas respostas que os alunos não dominavam claramente os significados dos termos apresentados nos vídeos, confundindo, algumas vezes, seus significados. A seguir serão apresentadas transcrições de algumas respostas elaboradas pelos alunos:

Resíduos é o que se pode reaproveitar e lixo é o que não tem mais utilidade [...] . Quanto aos tipos de rejeitos temos os secos: papéis metais e vidros; os úmidos: restos de alimentos; os Perigosos: pilhas, baterias e remédios, os rejeitos: fraldas descartáveis, lixo hospitalar e etc... (Aluno 09)



Lixo é aquilo que não tem mais utilidade, já resíduos sim, pois tem a coleta seletiva onde se pode reciclar. (Aluno 10)

Os tipos de resíduos são; secos, úmidos, perigosos e rejeito. (Aluno 43)

Resíduo é tudo o que pode ser reaproveitado, lixo é o que não tem mais utilidade. (Aluno 44)

Pode-se observar que os alunos associaram o conceito de rejeito ao termo lixo. Esse equívoco pode estar relacionado ao fato da palavra resíduo ainda não fazer parte do repertório do aluno pois, ao fim das atividades, o equívoco ainda permaneceu. A transcrição abaixo indica que o mesmo discente (aluno 09) utilizou o termo rejeito de forma indiscriminada sendo aplicado também para resíduos.

Os vídeos tinham também o objetivo discutir as ações necessárias para que ocorra a reinserção do resíduo na cadeia produtiva, uma vez que a Logística Reversa pressupõe a devolução do produto aos fabricantes, para que os mesmos sejam reaproveitados como matérias-primas em novos ciclos produtivos ou tenham a destinação ambientalmente correta (Sena, 2012).

Coleta seletiva é a coleta separada de lixo e resíduo. (Aluno 09)

Coleta seletiva são materiais separados para reciclagem. (Aluno13)

Coleta seletiva é a separação dos resíduos secos, úmidos, perigosos e rejeitados. (Aluno12)

A vantagem da reciclagem está no reuso, por que em vez de ir para o aterro sanitário são utilizados para embalagens e jóias. (Aluno 07)

A vantagem da reciclagem é que além de diminuir a quantidade de resíduos se aproveita um material semiprecioso e o plástico. (Aluno 09)

Locais corretos para descarte das radiografias são hospitais e postos de saúde. (Aluno 08)

Para que os pressupostos da PNRS sejam estabelecidos é necessário que o tratamento de resíduos deixe de ser uma tarefa única do poder público e envolva diferentes atores como: consumidores, fabricantes, educadores, órgãos de fiscalização, poder público, cooperativas de reciclagem, importadores, economistas, químicos e demais profissionais (Brasil, 2010).

Quando questionados sobre o significado do termo logística reversa, os alunos associaram a manutenção do ciclo sustentável somente aos fabricantes dos produtos. A responsabilidade do indivíduo social na logística reversa não foi percebida pela maioria dos alunos.

Alguns alunos identificam o papel da empresa, mas não reconhecem a participação dos demais atores no processo de Logística Reversa:

Logística reversa é o comprometimento das empresas e a responsabilidade pelos rejeitos produzidos na fabricação de seus produtos. (Aluno 47)

Na logística reversa os fabricantes são responsáveis pelo destino final de seus rejeitos garantindo uma boa gestão. (Aluno12)

Os fabricantes são responsáveis pela finalidade do lixo. (Aluno 01)



Logística reversa é o comprometimento das empresas de se responsabilizar pelos rejeitos produzidos na fabricação de seus produtos. (Aluno 09 – EJA)

Os fabricantes são responsáveis pelos seus rejeitos garantindo que assim os produtos perigosos não contaminem a terra, água e o ar. (Aluno 17)

Associado às estratégias didáticas relacionadas à situação-problema foi realizado um estudo teórico, na forma de aulas expositivas dos conceitos cátions e ânions, reações químicas tabela periódica e separação de misturas. Todos esses conceitos foram considerados pré-requisitos para o encaminhamento do projeto.

Refletindo sobre as atividades realizadas pode-se compreender a importância do ensino envolvendo abordagens sociais e ambientais atreladas ao conteúdo curricular para o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno quando inserido numa problemática. Segundo Freire (1986) uma educação dialogal e ativa tem como possibilidade chegar a esse objetivo, passando de uma transitividade ingênua para uma transitividade crítica. Entendemos por transitividade crítica, o pensamento crítico que permite olhar um mesmo fato, ou fenômeno, sob vários pontos de vista, analisar as explicações, saber dialogar, saber argumentar, dispor-se a investigar e não aceitar explicações prontas como verdadeiras e absolutas (Freire, 2007).

Para proporcionar maior interação dos conteúdos prévios com os procedimentos necessários no processo de reciclagem das radiografias, foi realizada a capacitação de alguns alunos, os quais atuaram como monitores nas intervenções experimentais sub-sequentes. Estes alunos auxiliaram os demais colegas nas atividades reforçando as explicações oferecidas pelos professores, utilizando uma linguagem dinâmica e mais acessível para os discentes. O ensino de Química baseado somente nos conceitos científicos, sem o envolvimento de situações reais, torna a disciplina desmotivadora para o aluno. A participação de alguns alunos como monitores aumentou o envolvimento deles com a temática e transformou estes alunos em agentes propagadores do conhecimento gerado.

Nas aulas experimentais foram estudadas as regras de segurança em laboratório químico, o manuseio de equipamentos necessários no processo de lixiviação das radiografias com hipoclorito de sódio e a separação da mistura resultante. Para permitir a comunicação dos fenômenos observados macroscopicamente (realizada até então de forma dialogada usando a linguagem do cotidiano do aluno) e a compreensão dos processos envolvidos, foram estudadas as reações entre cátions e ânions e suas representações simbólicas por meio das equações químicas. Procurou-se trabalhar as reações químicas com exemplos simples, a partir de estudos das reações iônicas.

O conteúdo dos relatos dos alunos revela que eles observaram detalhes do processo feito no experimento e, embora sem o completo domínio da linguagem científica, expressaram suas percepções dos fenômenos ocorridos. Apresentam-se as transcrições de algumas respostas dos discentes relacionados a reações químicas e fenômenos físicos.

Foi observado que após o mergulho na solução o acetato ficou limpo e azul claro e o outro componente ficou depositado no fundo do recipiente na cor branca e forma granulada. (Aluno 05 – EJA)

Transformação química é a junção de dois componentes para uma reação química [...]. (Aluno 07)

Transformação química: é quando se têm dois reagentes formando um produto [...] (Aluno 09)



separou-se a substância com uso do hipoclorito, permaneceu o plástico e a prata que podem ser reutilizados, reciclados. (Aluno 15)

O elemento preto da placa radiográfica foi se dissolvendo quando colocada no hipoclorito. (Aluno 30)

Se observa que era dois materiais que estavam juntos e foram separados. (Aluno 44)

Verificou-se que os alunos associaram o conceito de reações aos reagentes e produtos à percepção dos indícios macroscópicos verificados no relato do que ocorreu no experimento.

A radiografia foi colocada em solução de água com hipoclorito e no fundo do recipiente ficaram restos de prata. (Aluno 02- EJA)

Reparei que o acetato estava com imagens de radiografia e assim que entra na água com "cândida" ela se transformou em acetato transparente. A transformação química foi o descolamento da cor na água com "cândida", com efeito, mais espumoso e a transformação física foi o plástico do acetato que estava com uma imagem escura ficar transparente. (Aluno 15)

As etapas finais para obtenção da prata metálica foram demonstrativas, pois havia processos perigosos como o manuseio de maçarico. Os alunos observaram todas as etapas subsequentes, como a formação do óxido de prata e obtenção da prata metálica, a partir do aquecimento com maçarico (uma vez que o processo necessita de temperaturas da ordem de 900 °C) e fizeram suas anotações. Na figura 1 são apresentadas fotografias do procedimento de redução da prata.



Figura 1. Procedimento de redução da prata.

Buscando motivar a participação dos discentes no seu processo de aprendizagem, propôs-se, na etapa seguinte do projeto, uma atividade que foi, basicamente, protagonizada pelos alunos, que participaram de um jogo planejado pelos professores. Optou-se por esta atividade, pois os jogos didáticos contemplam dois aspectos favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem, o lúdico, que está relacionado ao caráter de prazer e diversão, e o educativo, que se refere à aplicação de conteúdos conceituais, habilidades e saberes. (Kishimoto, 1996). Conforme descrito por Cunha "a utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar" (Cunha, 2012, p. 94).

O jogo teve como tema de fundo os conceitos de reações entre íons para proporcionar uma melhor compreensão das reações envolvidas no processo. Ele consistiu numa encenação, com a



participação dos alunos atuando no papel de cátions e ânion. Para a finalidade da caracterização dos discentes como personagens foram empregadas vestimentas (jalecos) identificados com as notações químicas de alguns cátions e ânions. Os professores participaram como condutores e mediaram o jogo fornecendo comandos verbais com os nomes de compostos iônicos. Cabia aos discentes refletirem quais associações eram pertinentes e que poderiam resultar na formação destes compostos e, posteriormente, formar a reação completa. Na figura 2 são apresentadas fotografias da realização do jogo.



Figura 2. Fotografias dos alunos caracterizados para a atuação no jogo.

A atividade contou com a participação e envolvimento de todos os alunos e a dinâmica proporcionou a eles o exercício e consolidação de conhecimentos que haviam sido trabalhados nas aulas teóricas e experimentais.

Para dar sequência ao tema das radiografias, na etapa seguinte foram apresentados aos alunos o produto sólido resultante do experimento de lixiviação dos compostos da superfície das radiografias, realizado com eles na atividade prática de laboratório, tratava-se do filme de acetato limpo. Foram discutidos com os alunos aspectos relacionados à PNRS e as possíveis destinações que este resíduo sólido poderia receber. Este material foi entregue aos alunos que, em um segundo momento de aula confeccionaram peças artesanais como caixas para presentes e brinquedos. Pode-se observar, no debate com os alunos, que houve reflexões sobre o valor agregado e reutilização do material obtido durante o processo de estudo.

Ao retornarmos a discussão sobre logística reversa, os discentes associaram a importância da prata obtida voltar ao ciclo produtivo, preservando reservas naturais, assim como manutenção do valor agregado a esse material, que pode ser reutilizado em diversas áreas.

O fato de maior relevância discutido foi a preservação do meio ambiente. Os discentes associaram, de modo real, a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos na manutenção do ciclo de reutilização e a responsabilidade da logística reversa.

O trabalho desenvolvido com o foco na reciclagem das radiografias proporcionou a abrangência de conceitos multidisciplinares, envolvendo abordagens teóricas, experimentais e lúdicas. O acompanhamento do desenvolvimento dos alunos foi realizado por meio das respostas elaboradas por eles tanto na forma escrita como verbal.



O reconhecimento da importância da reciclagem e do reaproveitamento dos resíduos pôde ser evidenciado no discurso e nas atitudes dos alunos que chegaram a colocar em prática ideias de reaproveitamento das folhas de acetato recuperadas na confecção de objetos, como caixinhas de presentes, pastas para papeis e brinquedos.

Conclusões

O estudo de conceitos químicos em abordagens teórica e experimental, tendo como tema gerador a recuperação de prata metálica, proporcionou: a) a geração de um conhecimento mais significativo, resultando no maior envolvimento dos alunos; b) abrangência de conceitos multidisciplinares levando à discussão de conhecimentos associados às diversas esferas do problema (ambiental tecnológica e social).

Desta forma, foi observado que a linha CTS de ensino motivou maior interesse dos alunos nos conteúdos curriculares de química ao estarem contextualizados a uma problemática do meio em que o aluno vive.

Referências

- Araújo, S. M. V. G. D., & Juras, I. D. A. G. M. (2011). *Comentários à Lei dos resíduos sólidos: Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (e seu regulamento)*. São Paulo: Pillares.
- Auler, D. & Delizoicov, D (2001) Alfabetização Científico-tecnológica para quê? *Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 1-13.
- Brasil (1998). Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Distrito Federal: Diário Oficial da União.
- Cunha, M. B. (2012). Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 34(2), 92-98.
- Edwald, M. R. , Gama, D., & Moraes, S.V.M. (2014) Normalização para a cadeia reversa de eletroeletrônicos. In L. H. Xavier, & T. C. M. B Carvalho (Orgs.) *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade* (pp. 149-164). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Freire, L. I. F. (2007). *Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química*. Consultado em 22 de março, 2016, em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89901/245569.pdf?sequence=1>
- Gil-Perez, D., Cachapuz, A., Carvalho, A. M. P., Vilches, A., & Praia, J. E. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Bustamante, J. D. (2003) Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-369.
- Kishimoto, T. M., Bomtempo, E., Penteado, H. D., Mrech, L. M., Moura, M. O., Ribeiro, M. L. S., & Ide, S.



M. (1996). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez.

Kuya, M. K. (1993). Recuperação de prata de radiografias: uma experiência usando recursos caseiros. *Química Nova*, 16(5), 474-476.

Leite, P. R. (2009). *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Liporini, T. Q. (2015). *Concepção dos alunos do ensino médio sobre a evolução biológica*. Consultado em 10 de agosto, 2014, em http://www.rimaeditora.com.br/26_Anais.pdf

Moretti, S. L. D. A., Lima, M. D. C., & Crnkovic, L. H. (2011). Gestão de Resíduos pós-consumo: Avaliação do comportamento do consumidor e dos canais reversos do setor de telefonia móvel. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5(1), 1-14.

Mortimer, E. F., & Santos, W. L. P. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, 2(2), 1-23.

Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science education*, 95(4), p.601-626.

Reciclagem de Radiografias – TV Cultura (n. d.) Consultado em 15 de fevereiro, 2015, em <https://www.youtube.com/watch?v=1CZVO-7jQsk>

Resíduos Sólidos - Programa Água Brasil. (n. d.) Consultado em 23 de março, 2015, em <https://www.youtube.com/watch?v=MiuIckYJfQY>

Santana, E. M. D., & Rezende, D. D. B. (2008). O Uso de Jogos no ensino e aprendizagem de Química: Uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental.. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (pp. 1-10). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Divisão de Ensino em Química da Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1, 1-12.

Sena, F. R. (2012). *Evolução da Tecnologia Móvel Celular e o Impacto nos Resíduos de Eletroeletrônicos*. (2012). Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil.

Teixeira, P. C. G., & Cintra, E. P. (2015) A logística reversa de eletrônicos no ensino de química. In X ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp. 1-12). Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências (ABRAPEQ)