

# Integração dos temas polímeros, sais inorgânicos e radiação gama no ensino de química.

Kátia Aparecida da Silva Aquino<sup>1\*</sup> (FM), Henrique Marques de Vasconcelos (FM)

<sup>1</sup>Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco-Campus Universitário-Recife/PE  
[aquino@ufpe.br](mailto:aquino@ufpe.br)

*Palavras-Chave:* ensino de química, radiação gama, polímeros

## RESUMO

Este trabalho propôs construir um conhecimento aplicado utilizando as discussões envolvidas na estabilização do Poli (Cloro de Vinila) (PVC) exposto à radiação gama, usando uma mistura de sais inorgânicos (CuCl<sub>2</sub>/KI) como agente estabilizante. O objetivo maior foi integrar assuntos abordados na química orgânica (polímeros), inorgânica (sais) e físico-química (radiação gama) através de uma discussão a partir de uma pesquisa científica. O trabalho foi dividido em duas partes. A parte experimental para estudar se a mistura de sais apresenta ação estabilizante quando o PVC foi gama irradiado. Na segunda parte, os resultados obtidos na parte experimental foram discutidos em três turmas do 3<sup>o</sup> ano do ensino médio. Utilizando os resultados da pesquisa para introduzir o ensino de polímeros, verificamos que o os alunos entenderam a integração das áreas da química e o sentido de ver a química como uma ferramenta para resolver problemas cotidianos e a partir de pesquisas científicas.

## 1. INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que está vinculada às necessidades humanas e ao avanço do conhecimento científico, desta forma, o conhecimento químico parte do pressuposto de que é necessária uma associação sobre os fenômenos estudados nos laboratórios e as inúmeras situações do cotidiano [1].

Muitas vezes essa associação é vista em sala de aula como uma simples aquisição de informações concebidas de forma passiva, com o propósito de que sejam memorizadas e desenvolvidas através de provas e exercícios repetitivos, expressando uma forma de ensino baseado no modelo de transmissão e recepção, denominado tradicional [2].

Lima e colaboradores [3] comentam que o ensino tradicional segue um ritual rotineiro em que são apresentados definições, conseqüentemente alguns exemplos e posteriormente extensas listas de exercícios com respostas fechadas sem relação com a realidade, construindo um quadro da ciência como algo pronto e infalível.

Segundo Schnetzler e colaboradores [2] os alunos sentem dificuldades em aprender química, por não perceberem o significado ou a validade do que estudam e quando os conteúdos não são contextualizados adequadamente, estes se tornam distantes, inacessíveis e difíceis, não despertando o interesse e a motivação. Desta forma, o ensino deve ser ministrado de modo a desenvolver um aluno autônomo intelectualmente, que saiba tomar decisões úteis, contribuindo para o desenvolvimento do aluno como cidadão. Tal proposta não deve se restringir aos alunos que se destacam nesta ciência, mas deve ser oferecido a todos [4].

Embora o processo de ensino não se limite em termos sequencial e linear de conceitos, exige com frequência que os conceitos anteriormente trabalhados sejam abordados sob novas formas, com a finalidade de que sejam ampliados e consolidados pelos alunos, retornando às suas concepções prévias [1]. Este trabalho busca fazer

uma interligação entre as áreas da química, fazendo uma abordagem dos seguintes assuntos: sais (química inorgânica), radioatividade (físico-química) e com o assunto polímeros (química orgânica) que foi trabalhado sob uma nova abordagem.

O assunto polímeros foi escolhido, pois é um conteúdo que está inserido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) [5] e que muitas vezes não chega a ser abordado no ensino médio. A grande importância da abordagem do referido assunto está não só nos inúmeros objetos consumidos diariamente e que fazem parte diretamente do cotidiano dos alunos, mas na necessidade de discussão sobre o consumo consciente de materiais plásticos e seu descarte na natureza, que é um tema transversal também previsto nos PCN's [5]. Para Marconato e colaboradores [6], o tema polímeros é pouco trabalhado nas escolas brasileiras de ensino médio, principalmente pela falta de textos e experimentos adequados às necessidades de tais escolas. Para minimizar a complexidade desse assunto, podem ser utilizados exemplos relacionados ao cotidiano, verificando-se as propriedades dos materiais poliméricos e relacionando-as com a sua estrutura.

Um aspecto da utilização prática de polímero, geralmente não trabalhado com o grupo classe em sala de aula, é a utilização de materiais poliméricos como bolsas de sangue, conjunto de diálise, embalagens de alimentos, cateteres e outros que necessitam ser esterilizados antes de sua utilização. Neste sentido a esterilização via radiação gama vem crescendo substancialmente devido à sua alta eficiência, não elevação da temperatura do material polimérico e possibilidade do material ser esterilizado na sua embalagem final lacrada. Este método é utilizado como alternativa para o processo convencional que utiliza o óxido de etileno (ETO). A esterilização por ETO tem sido cada vez menos utilizada devido à natureza carcinogênica de resíduos tóxicos deixados no material esterilizado, como o etileno glicol e o etileno cloridina [7].

Dole [8] estudou alguns efeitos induzidos pela radiação nos polímeros. Entre esses efeitos estão à formação de produtos gasosos, as reduções de insaturações existentes, a produção de novas insaturações, reticulação e cisão da cadeia principal. Os dois últimos efeitos são os mais importantes, pois causam alterações nas propriedades físicas e químicas do polímero. Na reticulação, há formação de uma rede tridimensional entre as cadeias poliméricas, que tem como principal consequência o aumento na massa molar e no módulo de elasticidade (rigidez), como também o decréscimo da solubilidade. Por outro lado, a cisão da cadeia principal pode causar uma redução significativa nas massas molares das cadeias, levando-as à degradação molecular e alterações nas suas propriedades térmicas e mecânicas. Os efeitos geralmente ocorrem simultaneamente, no entanto, um deles é predominante; dependendo da estrutura química do polímero, da taxa de dose e das condições de irradiação [8]. Um exemplo disto é o PVC que quando irradiado pode sofrer o efeito da reticulação e/ou cisão na cadeia principal [9]. A ocorrência de tais efeitos depende das condições de irradiação da matriz polimérica. As alterações nas propriedades físicas e químicas de um polímero exposto à radiação ionizante podem ser minimizadas através da ação de agentes estabilizantes.

Pode-se estabilizar um polímero através da sua modificação, copolimerizando-o com um monômero estabilizante, através de blendas poliméricas ou com a adição de agentes radioestabilizantes (aditivos) [10]. A estabilidade radiolítica é estudada em polímeros irradiados no estado sólido. Neste estado, a mobilidade das moléculas é muito pequena e o número de mecanismos possíveis de proteção radiolítica é reduzido, podendo assim fornecer informações sobre a natureza das reações químicas que ocorrem neste estado [11].

A interação de polímeros com sais inorgânicos é interessante no sentido de produzir materiais com propriedades térmicas e mecânicas distintas dos polímeros puros. Hoje, existem várias misturas de sais metálicos em sistemas poliméricos, como compostos à base de cálcio/zinco, bário/cádmio, bário/zinco e bário/cádmio/zinco que são utilizadas como estabilizantes [12].

Portanto, pode-se observar que segundo os estudos de Dole [8], polímeros (química orgânica) e radiação (físico-química) podem estar relacionados no processo de esterilização de materiais poliméricos. Já os estudos de Jansen e colaboradores [13] e Cerruti e colaboradores [14], relacionam sais inorgânicos (química inorgânica) em polímeros no processo de estabilização termo-oxidativa.

Este trabalho tem como foco trazer a tona no, ensino de química, uma situação que relaciona as três principais áreas da química: inorgânica, físico-química e orgânica, através do estudo da estabilização radiolítica de polímeros com a incorporação de sais inorgânicos à matriz polimérica. O objetivo maior foi mostrar ao aluno, através das discussões de dados experimentais, que a química é única e suas áreas convergem para a resolução de uma situação-problema. Desta forma buscou-se a construção de um conhecimento mais integrado na sala de aula.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho foi dividido em duas partes: Uma parte experimental em que o objetivo foi estudar, através de ensaios viscosimétricos, se a mistura de cloreto de cobre II e iodeto de potássio ( $\text{CuCl}_2/\text{KI}$ ) apresenta ação estabilizante quando o Poli (Cloreto de Vinila) (PVC) for exposto à radiação gama de uma fonte de cobalto ( $\text{Co}^{60}$ ). Na segunda parte, os resultados obtidos na parte experimental foram trabalhados em três turmas do 3º ano do ensino médio, sendo duas turmas do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAp/UFPE) e uma turma da Colégio Estadual Martins Junior (CMJ). Ambas as escolas estão localizadas na cidade do Recife (PE).

### 2.1 PARTE EXPERIMENTAL

O PVC utilizado nesse trabalho é nacional, grade comercial NORVIC SP1300HP, na forma de grãos, cedido pela Braskem S.A. (São Paulo).

A massa utilizada na produção dos filmes poliméricos foi de 2,4g de PVC que foi dissolvida em 40 mL de butanona. As soluções foram preparadas e submetidas à agitação magnética por um período de 48 horas. Em seguida, as soluções foram utilizadas para preparação de filmes pelo método *casting*.

Os sais utilizados foram o cloreto cúprico ( $\text{CuCl}_2$ ) VETEC® e o iodeto de potássio (KI) DINÂMICA®. Foram analisadas as concentrações 0,1; 0,3; 0,5 e 0,7% (m/m) da mistura de sais (proporção 1:5). Neste trabalho, as amostras aditivadas e não aditivadas com a mistura de sais serão denominadas de PVC-sais e PVC-controle, respectivamente.

As amostras de PVC-sais e PVC-controle foram irradiadas na presença do ar, à temperatura ambiente e na dose de 25 kGy. A irradiação foi realizada com raios gamas provenientes de uma fonte de Co-60 "Gammacell" sem atenuador com taxa de dose de 9,2 kGy/h.

Para a determinação da massa molar dos sistemas de PVC irradiados e não irradiados foi utilizado o método viscosimétrico. Soluções de 0,2 g/dL em tetrahidrofurano (THF) utilizando os filmes de PVC-sais e PVC-controle foram preparadas. As soluções ficaram em agitação magnética por aproximadamente 48 horas.

Foi utilizado um viscosímetro tipo Ostwald (75 mm) onde foi possível obter as leituras dos valores dos tempos de efluxo das soluções e do solvente. Foram realizadas cinco medidas para cada solução (com repetição autêntica) em banho termostático com temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$ . Com os tempos de efluxo médio, das soluções preparadas com os filmes de PVC-sais e PVC-controle irradiados e não irradiados, foram determinadas as viscosidades relativa ( $\eta_{\text{rel}}$ ), específica ( $\eta_{\text{esp}}$ ), reduzida ( $\eta_{\text{red}}$ ) e intrínseca  $[\eta]$  por equações bem estabelecidas [11]. Com o valor da viscosidade intrínseca, foi calculada a massa molar viscosimétrica média ( $M_v$ ) do PVC por meio da relação de Mark-Houwink-Sakurada [11].

O índice de degradação ( $\alpha$ ), que representa o número de cisões por moléculas iniciais, é determinado a partir das massas molares viscosimétricas médias das amostras irradiadas ( $M_v$ ) e não irradiadas ( $M_{v0}$ ) de acordo com a equação 1 [15].

$$\alpha = \left[ \frac{M_{v0}}{M_v} \right] - 1 \quad (1)$$

## 2.2 ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

A intervenção proposta neste trabalho foi aplicada em três turmas, sendo duas turmas (A e B) do terceiro ano do ensino médio do CAP/UFPE, ambas do turno matutino. Na turma A, os assuntos: estudos de sais inorgânicos, radioatividade e polímeros já haviam sido trabalhados antes da intervenção. A turma B tinha estudado os mesmos assuntos estudados na turma A, exceto o tema polímeros, antes da intervenção. Cada turma é constituída por aproximadamente 30 alunos com 3 horas-aula semanais de química.

A turma C, pertence ao CMJ, é composta de 60 alunos, do turno noturno e com 2 horas-aula semanais de química. Antes da intervenção a turma havia trabalhado o tema relacionado com sais inorgânicos, o tema radioatividade estava em curso e os alunos não haviam estudado o tema relacionado com polímeros.

Foram necessárias 2 horas-aula para a realização da intervenção na turma C. Na primeira aula, foi realizada uma aula expositiva dialógica por aproximadamente 50 minutos, onde foi possível mostrar aos alunos os resultados experimentais obtidos do efeito da mistura dos sais  $\text{CuCl}_2/\text{KI}$  na degradação radiolítica do PVC. A apresentação foi norteadada para discussões do grupo-classe, com o objetivo de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e a articulação entre os conteúdos.

Após as discussões foi entregue a cada aluno um texto intitulado: *Polímeros e radiação ionizante<sup>1</sup> para uma leitura* prévia e posteriormente uma produção escrita de cada aluno, relacionando quais conteúdos estudados (inorgânica, físico-química e orgânica) foram discutidos no texto e na aula e se existe alguma relação entre eles. Por

-----  
<sup>1</sup>Texto produzido pelos autores com descrição dos principais efeitos da radiação gama na matriz polimérica.

fim foi orientado que os alunos fizessem uma explanação sobre o uso de plásticos no dia-a-dia e as consequências deste uso, destacando os pontos positivos e negativos.

Nas turmas A e B foram necessárias três horas aulas. Na primeira aula foram exploradas as concepções prévias que os alunos tinham de materiais plásticos e seus impactos na natureza. Desta forma, e principalmente na turma B, foram introduzidos os conceitos iniciais de polímeros tais como: nomenclatura, classificação e aplicações.

Em uma segunda aula, foi realizada similar aula expositiva dialógica aplicada na turma C, por aproximadamente 50 minutos, onde foi possível também explorar os resultados experimentais obtidos com o PVC mediante discussões com o grupo-classe. Na terceira aula foi entregue a cada aluno o mesmo texto apresentado na turma C (*Polímeros e radiação ionizante*) e a mesma atividade de produção textual descrita anteriormente para aquela turma foi realizada nas turmas A e B.

### 2.2.1 ASPECTOS DE COMPARAÇÃO ENTRE PRODUÇÕES DOS ALUNOS

- a) Forma como são articulados os temas: sais, radioatividade e polímeros.
- b) Forma de inserção dos temas sais, radioatividade e polímeros em uma situação problema.
- c) De que maneira os temas em questão estão relacionados com o cotidiano dos alunos.
- d) Os aspectos positivos e negativos do uso de plásticos e suas consequências.
- f) A construção do conhecimento que os alunos conseguiram fazer frente à intervenção realizada.
- g) Como a discussão de resultados experimentais contribuiu para a construção e articulação dos temas envolvidos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 PARTE EXPERIMENTAL

Na Tabela 1 observa-se que a massa molar viscosimétrica média (Mv) dos filmes irradiados é maior do que Mv dos filmes não irradiados. Este resultado significa que o efeito predominante da radiação gama no PVC foi o da reticulação da cadeia polimérica. Ao compararmos os valores de Mv do PVC-controle e do PVC-sais não irradiados, verificamos um aumento em Mv no sistema PVC-sais. Uma possível explicação para o fenômeno é o aumento do volume hidrodinâmico das cadeias de PVC influenciado pela presença de íons (provenientes dos sais) na solução polimérica.

Ainda de acordo com a Tabela 1, verificamos que a concentração do aditivo que representou uma maior ação protetora do efeito da radiação gama no sistema polimérico foi 0,5% (m/m), pois o índice de degradação nesta concentração apresentou o menor valor. Outro fator importante de ser mencionado é que todos os sistemas PVC-sais apresentaram, predominantemente, o efeito da cisão na cadeia polimérica após irradiação. Provavelmente, a mistura de sais atue no processo de recombinação dos radicais impedindo assim a reticulação das cadeias poliméricas.

A ação radioestabilizante da mistura de sais na concentração de 0,5% no PVC, pode ser explicada de acordo com o mecanismo proposto pelos estudos de Cerrutti e colaboradores [14] que consiste em uma reação de oxidação e redução do íon cuproso e subsequente desativação do radical peroxil que é formado durante a irradiação do

polímero no ar. A reticulação de moléculas de PVC, bem como a cisão na cadeia principal ocorrem após a formação do radical peróxil [8].

**Tabela 1: Dados experimentais para Massa molar viscosimétrica (Mv) e índice de degradação ( $\alpha$ ) para os sistemas de PVC.**

Sistemas	Mv <sub>0</sub> (g/mol) (não irradiado)	Mv (g/mol) (25 kGy)	$\alpha$
PVC-Controle	95741 ± 71	97166 ± 936	-
PVC-Sais 0,1%	99308±795	88363±639	0,1239
PVC-Sais 0,3%	102636±580	100689±724	0,0193
PVC-Sais 0,5%	98798±216	98236±433	0,0057
PVC-Sais 0,7%	97981±72	96148±503	0,0191

#### 4.1 ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

Inicialmente utilizamos uma construção de conhecimento que vem confrontar com a forma atual de ensino-aprendizagem que consiste em repetir, recitar e ensinar o que já está pronto, em vez de fazer agir, operar, criar, construir a partir da realidade vivida pelo aluno. Procuramos construir o conhecimento a partir de uma situação-problema, onde o aluno é instigado a selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações, a fim de tomar decisões.

Utilizamos nesta intervenção o discurso dialógico, ou seja, aquele que reconhece e põe em debate diferentes pontos de vista, que considera o que o aluno tem a dizer do seu próprio ponto de vista, privilegiando seu conhecimento prévio. Desse modo, o aluno se liberta da passividade de assistente e o professor se liberta da responsabilidade unilateral de “doador” para assistente/interventor do processo de construção do conhecimento junto ao estudante [16]. Os temas (sais, radiação e polímeros) foram trabalhados de maneira integrada, partindo de um tema mais amplo (polímeros) até os mais específicos (irradiação gama e estabilização com mistura de sais). Destacou-se nos textos em *itálico* que seguem algumas considerações relevantes dos alunos.

##### ***Turma A***

Nesta turma foram 26 alunos que participaram da elaboração deste trabalho em sala de aula. A maioria dos textos produzidos pelos alunos e que foram coletados, destaca a química como uma ciência que pode e deve estar ao lado do homem nas questões do seu cotidiano e a noção da importância de conhecê-la com o intuito de melhoria da qualidade de vida da população. Neste caso, observamos como a contextualização é necessária para proporcionar uma compreensão maior dos conceitos químicos, bem

como o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos para que possam tomar decisões conscientes, constituindo os elementos fundamentais dos PCN's [5].

Foi bastante claro como os alunos desta turma, tomaram a questão da divisão da química em inorgânica, físico-química e orgânica como meramente didática já que, segundo a visão dos alunos, os assuntos se entrelaçam de forma indissociável. Precisamente 100% dos textos mostram este aspecto ao reconhecer as três áreas da química na radiosterilização de polímeros utilizando uma mistura de sais. É observado no trecho abaixo, que foi retirado de um dos textos produzidos pelos alunos, como foi clara essa associação de conteúdos da química aos temas trabalhados em sala. Vale salientar que nos textos não foi realizada nenhum tipo de correção do ponto de vista da construção gramatical.

*“No texto, o autor menciona a necessidade da utilização da radiação ionizante no processo de esterilização de artefatos médicos e embalagens de alimentos, observamos a conexão entre radioatividade (físico-química) e polímeros (química orgânica). Entretanto, o uso da radiação gama causa efeitos indesejáveis na cadeia polimérica, cisão e/ou reticulação, e para isso estudos propõem o uso de uma mistura de sais inorgânicos como agentes estabilizantes, é neste caso, que entra a química geral com o estudo de sais inorgânicos e massa molar”.*

Um dos questionamentos discutidos chamou muita atenção pelo fato de um determinado aluno associar química com a ecologia. Isso significa que um dos determinantes fundamentais do processo educativo é a construção de relações entre conceitos que favoreçam o desenvolvimento das potencialidades dos alunos, verificou no trecho abaixo essa relação:

*“O estudo dos polímeros abrange diversos aspectos da química e até mesmo da ecologia, visto que sua utilização gera consequências para o meio ambiente”.*

Verificou-se ainda nas produções textuais, o entendimento que o aluno tem sobre o caráter dependente da sociedade contemporânea com relação aos plásticos, destacando as suas propriedades como, por exemplo, a elasticidade, resistência e praticidade. Por outro lado, enfatizaram aspectos negativos do uso indiscriminado e irresponsável de plásticos pela sociedade, gerando problemas ambientais relacionados à poluição e a agressão ao meio ambiente, isto foi resumido numa pergunta que em seu texto um aluno explicitou: *“Para onde vai o plástico que utilizamos?”*. Destacando desta forma, como este tema pode ser trabalhado em sala como tema transversal como preconiza os PCN's [5].

Em outra perspectiva, muitos alunos afirmaram que a melhor maneira de diminuir o impacto que os plásticos acarretam ao meio ambiente é através da reciclagem que segue no trecho:

*“Reciclagem é uma forma de diminuir os impactos ambientais. Reciclar, Reduzir e Reutilizar são políticas que devem ser adotadas por todos para vivermos num mundo melhor”.*

Com isso, verificou-se que, além da aprendizagem dos conteúdos específicos, a escola e os professores têm a responsabilidade pela formação mais ampla dos alunos, estando aí inseridas as questões ambientais que envolvem a cidadania. Para a escola, o desafio é proporcionar a seus alunos o desenvolvimento de atitudes e competências

que permitam a sua intervenção e transformação na sociedade de que fazem parte [17].

Ampliando seus conhecimentos, muitos alunos citaram outros materiais poliméricos do seu cotidiano, o que nos mostra que o tema é um assunto muito rico para ser abordado devido à grande variedade dos materiais existentes:

*“E a propósito, falando em PVC, não nos esqueçamos dos plásticos em geral; PP (Polipropileno), PS (Poliestireno) e PET (Politeraftalato de Etila). A população usa, principalmente, o PS e o PET, na “louça” de plásticos e nas garrafas de refrigerante, respectivamente. Assim, estamos na “Idade dos Plásticos”, uma alusão à Idade da Pedra Lascada até a Idade da Pedra Polida e Idade dos Metais que representaram um avanço na humanidade.”*

No trecho anterior, pode-se observar que a turma A apresenta o conhecimento de nomenclatura de polímeros, pois nesta turma o tema polímeros já havia sido discutido antes da intervenção.

Para Vygostsky [18], o processo de construção de conceitos é equacionado com a construção de significados. Nesse sentido, o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possuía antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como uma negociação de novos significados num espaço comunicativo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados, juntamente com a contextualização, em que os professores fazem perguntas que levam os estudantes a pensar e os estudantes são capazes de articular suas idéias em palavras, demonstrando o papel mediador do professor.

### **Turma B**

Nesta turma participaram 24 alunos deste trabalho. Foi bastante visível como os alunos associaram a divisão clássica da química como meramente didática, algo em comum com a turma A. Todos os trabalhos expressaram o entendimento do aluno, na convergência das áreas da química, para a resolução de uma situação problema como pode ser observado em alguns trechos:

*“O texto apresentado mostra em conjunto diversos temas estudados nas aulas de química no ensino médio, como polímeros, radiação, massa molar, sais inorgânicos, quebra de cadeias, etc. A apresentação dos conteúdos estudados de forma voltada para a pesquisa científica é um excelente método, pois leva o aluno a raciocinar o conhecimento adquirido, procurando resolver problemas presentes no mundo real. Desse modo, o conteúdo deixa de ser apenas um aglomerado de fórmulas e equações, e passa a ser encarado como instrumento para a resolução de problemas no cotidiano. Relacionar diversos assuntos é também uma boa alternativa de revisão e auxilia na assimilação”.*

*“A problemática tratada no texto envolveu os diferentes ramos da química, como propriedades físicas e químicas, misturas de sais (KI/CuCl<sub>2</sub>), conhecimentos da química geral; radioatividade (radiação gama), estudos da físico-química; o próprio tema polímeros, efeitos da cisão e reticulação da cadeia polimérica, remetem ao assunto da química orgânica”*

Com relação a associação do tema polímeros com o dia-a-dia e com a pesquisa científica, segue um trecho extraído do texto elaborado por um aluno:

*“Mas é importante lembrar que embora os práticos contribuam muito para a sociedade, seu uso e principalmente descarte inadequado pode acarreta em uma série de problemas que interferem direta e indiretamente, tanto em curto quanto em logo prazo, no que se encontra ao nosso redor. Um dos principais problemas comentados nos dias atuais é a demora da degradação dos plásticos na natureza, que trás uma série de péssimas consequências ao meio ambiente. (...) Necessidade de esterilizar e manter os materiais compostos pelo PVC o mais isolado possível de micro-organismos. Entre vários métodos esterilizantes, o processo por radiação ionizante se destacou, mantendo-se mais eficiente por não formar produtos tóxicos e ser suscetível à esterilização de embalagens lacradas.”*

Um dos textos (trecho abaixo) chamou atenção pelo fato de como o aluno percebe a importância da química no seu dia-a-dia. Este fato reforça a idéia de que aprender ciências envolve a iniciação dos estudantes em uma nova maneira de pensar e explicar o mundo natural que, segundo Mortimer e colaboradores [19], é fundamentalmente diferente daquelas disponíveis no senso-comum.

*“De onde você estiver, olhe ao seu redor. Percebeu? Ainda não? Então agora feche seus olhos e sinta seu próprio corpo. Você pode não ter visualizado ou sentido, mas sim, você presenciou química. Em cada detalhe do seu cotidiano a química esta presente, ou seja, desde constituição desta folha de papel até as reações químicas que permitem que você leia o que nela está escrito. Assim, praticamente tudo que nos cerca, que nós percebemos, está impregnado de química”.*

Sobre as questões que os alunos destacam como positivas e negativas do uso dos materiais plásticos no dia-a-dia pode-se destacar o trecho:

*“A utilização do plástico na confecção de vários objetos trouxe uma série de vantagens para a sociedade, dentre elas podemos considerar o menor peso, a menor fragilidade e o fato de ser descartável. Mas os plásticos não trouxeram só vantagens. Uma desvantagem pode ser citada é o fato de demorar mais que outros compostos para se desintegrar. E tendo em vista o aumento da utilização doméstica deste material, a quantidade de objetos no meio ambiente tem aumentado e acarretado preocupações. Apesar disso a reciclagem é a solução para isso.”*

Verifica-se a importância do ensino de química em desenvolver no aluno a capacidade de tomar decisões com relação a problemas encontrados no seu dia-a-dia, o que fortalece a necessidade de vincular os conteúdos trabalhados com o contexto social em que o aluno está inserido. Desenvolvendo desta forma, um aluno mais crítico e questionador, características primordiais na formação de sua cidadania como destacam Schnetzer e colaboradores [20]. Nessa perspectiva, abrimos espaços para que o aluno construa a sua autonomia, sendo, de fato, um sujeito ativo da aprendizagem.

Na turma B o tema polímeros foi introduzido de forma dinâmica e conectada com outros assuntos. Utilizar os dados experimentais do estudo do PVC na aula vez o aluno ver significado no tema estudado e essa relação foi muito citada nas produções textuais desta turma.

## Turma C

Esta turma, com relação às outras, apresenta vários fatores que poderíamos chamar de obstáculos para a construção do conhecimento. Podemos destacar: são alunos do turno noturno, muitos trabalham, muitos afirmaram que voltaram a estudar depois de algum tempo, um número maior de alunos na sala de aula e o fato de estarem iniciando as discussões sobre a radioatividade a pouco tempo. Entretanto, foi possível construir uma situação em que os alunos participassem ativamente, expondo suas idéias e reflexões, fazendo com que os mesmos observassem sentido do tema discutido no seu dia-a-dia.

*“O que aprendemos hoje será de grande aproveitamento apesar de quatorze anos sem estudar, o nosso horário de aula é muito pouco, e trabalho também. Mas foi muito interessante, esta oportunidade que estamos tendo no 3º ano, que pena que estamos aprendendo neste final de etapa, que você possa continuar, sempre que tiver oportunidade. São essas as minhas palavras.”*

Muitos alunos não conseguiram relacionar os conteúdos abordados no texto com as áreas da química, devido alguns assuntos ainda não terem sido abordados, inclusive polímeros. Contudo, é perceptível como a intervenção foi significativa na construção de alguns conhecimentos.

*“A aula de hoje eu achei muito importante porque mostrou um pouco de química e nunca imaginei que para esterilizar materiais médicos era preciso usar a radiação gama, muito menos que sais inorgânicos fosse uma solução para minimizar os efeitos que a radiação causa na massa do polímero”.*

*“Os núcleos instáveis produzem radiação. Essa radiação pode ser usada no processo de esterilização de alguns materiais, ela consegue penetrar no material. Nos polímeros (macromoléculas), a radiação pode alterar a composição química. Os efeitos da radiação podem ser minimizados com o uso de alguns estabilizantes nesse caso os sais.”*

*“Eu percebi uma importância nas pesquisas dos polímeros na área da medicina que precisam de equipamentos esterilizados e de qualidade.”*

Os trechos acima mostram uma visão diferente dos alunos, do ponto de vista do conhecimento que os mesmos foram construindo. É perceptível a significação dos temas polímeros e radioatividade que foram abordados e cuja correlação é tão necessária para o entendimento de uma química aplicada. Isso nos mostra que é possível, mesmo nas adversidades, motivar os alunos, buscando atividades cujos conteúdos sejam propostos de forma significativa e funcional, atividades que possam inferir sua adequação ao nível de desenvolvimento de cada aluno, atividades que representem um desafio alcançável, que provoquem um conflito cognitivo e promova a reflexão e os questionamentos nos alunos [2].

Com relação às questões que os alunos destacaram como positivas e negativas do uso dos materiais plásticos no dia-a-dia e suas conseqüências foram construídos os trechos:

*“O plástico está cada dia mais presentes em nossas vidas, e que devemos ter mais cuidados com esses produtos utilizados e jogados em locais inadequados. Por isso, temos que ter mais responsabilidade com esse produto que pode prejudicar o meio ambiente.”*

*“Lado negativo: o polímero, é bastante utilizados no nosso meio, em micro e pequenos empreendedores, o uso do plástico constante no futuro vai trazer bastante consequência ate porque ele demora bastante para se degradado, e sem falar que muitas pessoas não tem ética, ao joga-lo no chão, em rios, tampando os buracos na rua e quando chove com certeza alaga por esse problema de falta de conscientização.*

*Lado positivo: Para a fabricação de vários equipamentos e objetos do nosso uso, no dia-a-dia.”*

Da mesma forma que citado nas outras turmas, é bastante visível como os alunos percebem de forma consciente o uso de materiais plásticos, a fim de diminuir os impactos que estes causam no meio ambiente, desenvolvendo um aluno consciente de seu papel na sociedade.

Na mesma aula, foi possível construir um conhecimento integrado, sem memorização de fórmulas ou conceitos, mas numa visão prática que um determinado conhecimento proporciona quando utilizado de forma aplicada. O objetivo maior de mostrar uma ciência realmente voltada para sociedade para facilitar a compreensão dos temas tratados no ensino médio foi alcançado nesta turma. O cansaço próprio de dias de trabalho que cerca os alunos noturnos foi substituído pela energia de uma aula cheia de descobertas, discussões e a construção de um conhecimento que vez sentido para todos.

## 5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, por meio da análise viscosimétrica, concluiu-se que o principal efeito da radiação gama na cadeia polimérica do PVC-controle é o da reticulação e a concentração da mistura  $\text{CuCl}_2/\text{KI}$  que representou uma maior ação radioprotetora foi em 0,5% (m/m).

No ensino de química, percebeu-se que a utilização de resultados experimentais de uma pesquisa científica abriu novos tópicos de interesses comuns e, em consequência, novas perspectivas para que o ensino-aprendizagem se torne mais eficiente e mais profícuo na vida de cada estudante. Os resultados apresentados sugerem que os alunos conseguiram construir e aplicar os conteúdos desenvolvidos durante as aulas, mesmo com as adversidades que uma turma apresentou em relação a outras.

A proposta que acompanha esta experiência é a de que o ensino contextualizado através de um tema estruturador, não só auxilia o aluno na construção de um caráter ético e crítico, como torna o ensino de química algo mais próximo e útil na visão dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

- [2] SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.1, p.27-31, 1995.
- [3] LIMA, M.E.C.C.; SILVA, N.S. Estudando os plásticos – Tratamento de problemas autênticos no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.5, p.6-10, 1997.
- [4] KITA, P.K. **Ensino de química: um estudo a partir do relato de professores do ensino médio**. 190p. Dissertação. (Mestrado em psicologia), Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2005.
- [5] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 1999.
- [6] MARCONATO, J.C.; FRANCHETTI, S.M.M. Polímeros Superabsorventes e as Fraldas Descartáveis: Um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.15, p.42-44, 2002.
- [7] HALLS, N.A. Gamma-irradiation Processing. In: **Irradiation Effects on Polymers**, Clegg, D.; Collyer, A.A. New York: Elsevier Science Publisher, 1991, cap.6, p. 253-296.
- [8] DOLE, M. **The radiation chemistry of macromolecules**. New York: Academic Press, 1973.
- [9] SILVA, F.F.; AQUINO, K.A.S.; ARAÚJO, E.S. Effects of gamma irradiation on poly(vinyl chloride)/polystyrene blends: Investigation of radiolytic stabilization and miscibility of the mixture. **Polymer Degradation and Stability**, New York, v. 93, p.2199-2203, 2008.
- [10] CAMILLI, M. C. **Princípios de estabilização térmica e à luz UV de materiais poliméricos**. São Paulo: Ciba-Geisy S/A Divisão de aditivos, 1991.
- [11] CHARLESBY, A. **Atomic radiation and polymers**. New York: Pergamon Press, 1960.
- [12] SANTANA, A. L.; NODA, L. K.; PIRES, A. T. N.; BERTOLINO, J. R., Poly(4-vinylpyridine)/cupric salt complexes: spectroscopy and thermal properties. **Polymer Testing**, New York, v. 23, n.7, p. 839-845, 2004.
- [13] JANSEN, K; GIJSMAN, P AND TUMMERS, D. Mechanistic aspects of the stabilization of polyamides by combinations of metal and halogen salts. **Polymer Degradation and Stability**, New York, v. 49, p. 127-133, 1995.
- [14] CERRUTI, P.; LAVORGNA, M.; CARFAGNA, C.; NICOLAIS, L. Comparison of photo-oxidative degradation of polyamide 6,6 films stabilized with HALS and CuCl<sub>2</sub> + KI mixture. **Polymer**, New York, v.46, p. 4571-4583, 2005.
- [15] GUILLET, J. **Polymers photophysics and photo chemistry**. New York: Cambridge University Press, 1987.
- [16] MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.3, p.7-30, 2002.
- [17] FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 21. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1993.
- [18] VYGOSTYSK, C. S. **Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.
- [19] MORTIMER, E. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? **Investigações em Ensino de Ciência**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.20-39, 1996.
- [20] SCHENETZLER, R. S.; SANTOS, W. L. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.4, p. 28-34, 1996.
- [21] ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Médicas Sul Ltda, 1998.