

## **ALTERNATIVAS DIDÁTICAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NUCLEAR**

### **DIDACTICS ALTERNATIVES: A PROPOSAL FOR TEACHING OF NUCLEAR CHEMISTRY**

**Rubens César Lopes Figueira<sup>1</sup>**  
**Eliana Nagamini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Cruzeiro do Sul/Centro de Tecnologia e Ciências Exatas/figueiraru@yahoo.com.br,  
rfigueira@unicsul.br

<sup>2</sup>Universidade Cruzeiro do Sul/Centro de Ciências Humanas, Sociais, Artes e Educação/ermaschi@uol.com.br

#### **RESUMO**

O Ensino de Química apresenta-se muitas vezes fundamentado na aplicação de fórmulas e leitura de símbolos químicos. Essa disciplina vem sofrendo nos últimos anos uma alteração na sua carga horária, influenciando totalmente a grade curricular. Neste contexto, encontrar formas alternativas que contemplem abordagens presentes no cotidiano é questão fundamental nos PCNs e um desafio para professores desta disciplina. Hoje os jovens estão acostumados com um fluxo de informações dinâmico, construído a partir da linguagem verbal e não-verbal, que impõe novas formas de apreensão do mundo e do saber. Assim, este trabalho pretende apresentar alternativas considerando essa realidade. Para isso tomaremos a Química Nuclear, conteúdo relevante devido as suas inúmeras aplicações e implicações políticos-ambientais. A proposta é operar com diferentes linguagens, como a poesia, a HQ e o vídeo, favorecendo a realização de trabalhos interdisciplinares e permitindo a construção de uma visão crítica sobre a aplicação da Química Nuclear.

**Palavras-chave: Química, didática, leitura, poesia, vídeo**

#### **ABSTRACT**

Chemistry teaching is frequently based on the study of formulas and chemical symbols. In the recent years the duration of Chemistry classes has been submitted to a significant alteration, which influenced its content. Searching for new alternatives regarding to Chemistry and its application on our daily activities is an important issue in the PCNs and a challenge for the teachers of this discipline. Moreover, it is necessary to point out that young people are used to a more dynamic flow of information, built by articulation between verbal and non verbal language, imposing new ways of understanding of the world and of knowledge. Thus, this work has as objective to present new alternatives aiming this reality. This proposal is to deal with different languages, such as poetry, cartoon and video, making easier the interdisciplinary work. Text readings will allow the building of a critical view about the application of Nuclear Chemistry.

**Keywords: Chemistry, didactic, reading, poetry, video**

## A IMPORTÂNCIA DA QUESTÃO NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO

### INTRODUÇÃO

A descoberta dos raios-X por Röntgen, em 1895, iniciou a busca do entendimento do fascinante mundo atômico e trouxe enormes benefícios para a humanidade na área da medicina nuclear. Entretanto, toda grande descoberta carrega contradições e a radiação apresentou também seus malefícios. O mal causado pela exposição à radiação foi reconhecido alguns anos depois, quando um câncer desenvolveu-se na mão de um trabalhador em uma fábrica de tubos de raios-X (Pochin, 1983).

O estudo da radioatividade sempre tomou dois caminhos. O primeiro deles se refere às pesquisas para uma utilização pacífica como a produção de energia elétrica, o uso de radiofármacos, radioterapia e outras aplicações voltadas para a melhoria na qualidade de vida. O outro caminho é o da guerra, cujo objetivo era a construção de armas de destruição em massa, que foram utilizadas sobre o Japão, no final da II Guerra Mundial. Neste caminho também colaboraram os testes nucleares durante a segunda metade do século XX, realizados pelas grandes potências industriais. Porém, nações menos industrializadas como Índia e Paquistão vêm dominando a tecnologia da construção de armamentos nucleares, o que possibilita no futuro um acesso irrestrito de qualquer nação na busca desta tecnologia.

Considerando estes caminhos tão antagônicos, a energia nuclear possui um caráter de certa forma “sombrio” na sociedade atual e muitos vêem somente os seus malefícios. A possibilidade de acidentes, a contaminação do meio ambiente e a destruição da humanidade são temas constantes de discussões quando o assunto é tratado.

Outro aspecto importante é a distorção das informações, que é produto da falta de transparência nas políticas nucleares. O assunto é, muitas vezes, tratado de forma inadequada e sensacionalista, podendo gerar equívocos quanto aos procedimentos a serem seguidos pela população, caso ocorra um evento nuclear.

Mudar este quadro significa adotar uma abordagem mais específica sobre a energia nuclear ou de qualquer outra tecnologia, passando por um processo de conhecimento que deve contemplar :

- a educação com objetivo de formar um cidadão crítico capaz de analisar e opinar de forma coerente sobre os benefícios e malefícios de qualquer tecnologia;
- o ensino que deve considerar e destacar a relação entre o conteúdo desenvolvido e a realidade vivenciada pelo sujeito;
- a escola que deve cada vez mais assumir o papel de agente formador e transformador da sociedade;

Segundo Deleizoicov *et al.* (2002) na sociedade contemporânea, as rápidas transformações do mundo do trabalho, o avanço tecnológico configurando a sociedade virtual, os meios de informação e comunicação incidem fortemente no ensino e na escola, aumentando os desafios para torná-lo uma conquista prática efetiva. Transformar práticas e culturas tradicionais e burocráticas das escolas que, por meio da retenção e da evasão, acentuam a exclusão social, não é tarefa simples nem para poucos. O desafio é educar as crianças e jovens, propiciando-lhes desenvolvimento humano, cultural, científico que os capacite para compreender e posicionar-se diante da realidade de seu tempo.

Na complexa tarefa de aprimoramento da qualidade do trabalho escolar, os professores contribuem com seus saberes, seus valores e suas experiências. O desenvolvimento profissional dos professores é objetivo de propostas educacionais que valorizam a sua formação não mais baseada na racionalidade técnica, que os considera meros executores de decisões alheias, mas em uma perspectiva que reconhece sua capacidade de decidir. Ao confrontar suas ações cotidianas

com as produções científicas, é necessário rever as práticas e as teorias que as informam, pesquisar e produzir novos conhecimentos para um melhor desenvolvimento na sala de aula.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar alternativas tendo em vista essa nova realidade. Para isso tomaremos o ensino de Química Nuclear, conteúdo de grande relevância devido as suas inúmeras aplicações e implicações políticos-ambientais.

Nossa proposta é realizar a leitura de diferentes tipos de textos como a poesia, a música, a HQ e o vídeo (ficção e documentário) que abordem um conhecimento científico específico. Nessa perspectiva, entendemos que um projeto interdisciplinar seja o mais adequado, por isso o professor não deve somente se preocupar com sua disciplina mas principalmente com as possibilidades de diálogo com as outras áreas do conhecimento.

Algumas vezes o corpo docente apenas seleciona um tema, e seu desenvolvimento passa a se realizar individualmente, sem que os professores articulem, de fato, os conteúdos. Por isso, acreditamos que seja importante para um professor de Química compreender o alcance de estratégias que utilizem textos cuja linguagem é muito diferente daquela que está habituado a trabalhar.

## AS ALTERNATIVAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NUCLEAR

### *CIÊNCIA E POESIA*

A escola tem, inevitavelmente, separado as várias disciplinas para tornar mais funcional o desenvolvimento dos conteúdos. Não podemos, no entanto, deixar de apontar os fatores que aproximam as várias áreas do conhecimento construído pelo homem.

Assim, levar a poesia na sala de aula para estudar a ciência pode estimular o aluno a interagir melhor tanto com o fazer poético quanto com o conhecimento científico. De acordo com Ildeu de Castro Moreira (2005):

“Ciência e poesia pertencem à busca imaginativa humana, embora ligadas a domínios diferentes de conhecimento e valor. A visão poética cresce da intuição criativa, da experiência humana singular e do conhecimento do poeta. A Ciência gira em torno do fazer concreto, da construção de imagens comuns da experiência compartilhada e da edificação do conhecimento coletivo sobre o mundo circundante”

A necessidade do homem em compreender o mundo faz com que ele acione sua criatividade e inteligência. São as representações – poéticas ou científicas – resultado dessa busca, que lhe permitem interagir no meio social e situar-se enquanto indivíduo.

O poeta capta esse mundo, interpreta e (re) cria à sua maneira. É através desse olhar poético que Carlos Drummond representa a bomba atômica. Neste sentido, o poema “*A bomba*” permite o diálogo entre ciência e poesia possibilitando entender o complexo processo de construção de uma arma nuclear e o seu funcionamento, nos seguintes versos:

“A bomba / furtou e corrompeu elementos da natureza e mais furtara que corrompera”

“A bomba / oferece na bandeja de urânio puro, a título de bonificação, átomos de paz”

Nestes versos, podemos identificar elementos (“*da natureza*”) de composição da bomba atômica como o urânio. É sabido que o urânio possui dois isótopos naturais,  $^{235}\text{U}$  e  $^{238}\text{U}$ , com abundâncias da ordem de 0,7% e 99,3%, respectivamente. Porém, somente o isótopo  $^{235}\text{U}$  é fissionável, ou seja, sofre uma “quebra” do seu núcleo liberando grande quantidade de energia, daí a necessidade de enriquecimento do urânio (“*bonificação*”); assim, uma bomba atômica, por exemplo, contém aproximadamente 90% em  $^{235}\text{U}$  (“*urânio puro*”).

Outra referência à tecnologia nuclear é a reação em cadeia, apresentada no verso:

“A bomba / reduz nêutrons a neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia”

No processo de fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre uma liberação de grande quantidade de energia e nêutrons que irão bombardear outros núcleos, gerando esta reação. Além disso, há formação de novos elementos químicos e liberação de diferentes partículas nucleares e energia do núcleo, dentre as diversas, o autor destaca o *neutrino*.

Assim, a energia gerada pela bomba é um dos fatores que contribuem para a construção de seu valor simbólico, isto é, o poder de decidir sobre a vida e a morte. A bomba, nesse sentido, adquire *status* de sujeito das orações, enfatizando-se a natureza desse objeto na medida em que é caracterizado através dos predicativos, nos seguintes versos:

“A bomba / é uma flor de pânico apavorando os floricultores  
A bomba / é o produto quintessente de um laboratório falido  
A bomba / é miséria confederando milhões de misérias  
A bomba / é estúpida é ferotraste é cheia de rocamboles.  
A bomba / é grotesca de tão metuenda e coça a perna”

A representação da bomba é construída a partir de figuras antitéticas como a “*flor*”, imagem delicada que se contrapõe com o “*pânico*”, ou a descoberta mágica da quinta essência, porém num laboratório “*falido*”. Produto que gera a “*miséria*”, e por isso “*estúpida*” na medida em que é feroz e triste, com tanta intensidade que as palavras se fundem num processo de aglutinação, também em “*metuenda*”. E, nessa gradação, torna-se cada vez mais grotesca. Por isso ela incomoda:

“A bomba / é um cisco no olho da vida, e não sai  
A bomba / é uma inflamação no ventre da primavera”

Corrompe e destrói tudo o que está à sua volta

“A bomba / envenena as crianças antes que comecem a nascer  
A bomba / continua a envenená-las no curso da vida  
A bomba / pula de um lado para outro gritando: eu sou a bomba”

As conseqüências de seu uso contra a humanidade deixam marcas profundas nas gerações, pois os produtos da fissão do  $^{235}\text{U}$  são todos radioativos possuindo um tempo de vida que pode variar de segundos a milhares de anos. Neste sentido, podemos ter a dimensão do poder destrutivo de uma arma nuclear, além da destruição, os produtos de fissão contaminam o meio

ambiente, impedindo uma existência saudável e liberando radiação, principal causa de câncer, pois:

“A bomba / não admite que ninguém se dê ao luxo de morrer de câncer  
A bomba / é câncer”

A bomba confere ao homem poder sobre a vida e a morte e não há como negar sua existência, pois:

“A bomba / mata só de pensarem que vem aí para matar  
A bomba / personifica-se e seduz o homem com seu poder:  
A bomba / brinca bem brincado o carnaval  
(...)  
A bomba / tem 50 megatons de algidez por 85 de ignomínia”

O poder destrutivo da bomba e o seu uso político é bem descrito nos versos acima. A medida da energia liberada em um processo nuclear é o *quilon* ou *megaton*, equivalente a 1.000 e 1.000.000 de toneladas de TNT, respectivamente. E a bomba é representada pela frieza (algidez) e pela desonra (ignomínia), aspectos humanos e não técnicos. Do ponto de vista político ter a bomba justificaria a manutenção da paz, mas isso está restrito a um pequeno grupo:

“A bomba / tem um clube fechadíssimo”  
“A bomba / é russamericanenglish mas agradam-lhe eflúvios de Paris”

A bomba também tenta abster-se da culpa, pois:

“A bomba / gostaria de ter remorso para justificar-se mas isso lhe é vedado  
A bomba pediu ao Diabo que a batizasse e a Deus que lhe validasse o batismo  
A bomba / declara-se balança de justiça arca de amor arcanjo de fraternidade”

No equilíbrio – ou desequilíbrio – das forças, a bomba se coloca como a “*balança da justiça*”, pendendo entre o Bem e o Mal e, conseqüentemente, tanto pode servir a humanidade como pode destruí-la e alterar o seu futuro, pois:

“A bomba / não admite que ninguém se dê ao luxo de morrer de câncer”

A visão do poeta, nessa perspectiva, tende para a racionalidade do homem, visto que:

“A bomba não destruirá a vida”

Mas,

“O homem (tenho esperança) liquidará a bomba”

O vocábulo “*bomba*” deixa de exercer a função de sujeito e passa a ser objeto direto do verbo *liquidar*. O vocábulo “*homem*” ganha *status* de sujeito de uma maneira mais abrangente, ou seja, sintática e socialmente. Torna-se o sujeito gramatical, agente da ação.

Este último verso traz marcas da subjetividade do poeta. O olhar direcionado para a bomba é um olhar distanciado, porém o olhar da esperança é a do sujeito que espreita os acontecimentos, por isso neste caso está oculto (“*tenho esperança*”).

A partir desse poema pode-se discutir, portanto, a essência da bomba atômica, sua composição físico-química e os aspectos ideológicos que envolvem a pesquisa científica, através do olhar do poeta.

Na mesma temática, o poema de Vinícius de Moraes, “*Rosa de Hiroshima*”, apresenta uma leitura crítica sobre a utilização da bomba atômica, retomando-se alguns elementos da trajetória histórica da II Guerra Mundial. A bomba se configura, paradoxalmente, na representação da “*rosa*” – elemento vegetal belo e delicado, descaracterizada em sua natureza (“*sem cor e sem perfume*”). A “*rosa de Hiroshima*” é uma rosa “*radioativa*”, cujo mal – invisível e fatal – provoca doença (“*com cirrose*”) e destruição.

Tomar este poema na voz de Ney Matogrosso também pode enriquecer o trabalho, na medida em que se resgatem as características da produção do grupo *Secos & Molhados*, conhecidos pela sua rebeldia e inovação, nos anos 70, período em que o movimento *hippie* ganhou força e cujas palavras de ordem eram “*Paz e amor*”. Assim, a canção “*Rosa de Hiroshima*” espelhava o espírito pacifista que impregnava o movimento.

### **CIÊNCIA E HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQ)**

As histórias em quadrinhos já não são mais consideradas apenas como fonte de lazer, pois vem integrando as atividades em sala de aula. Linguagem popular entre crianças e adolescentes, as HQs podem apresentar de forma lúdica conceitos e teorias, pois segundo Kazuko Kojima Higuchi (1997),

“a HQ permite vôo livre da imaginação de quem lê e, principalmente, de quem cria.” .

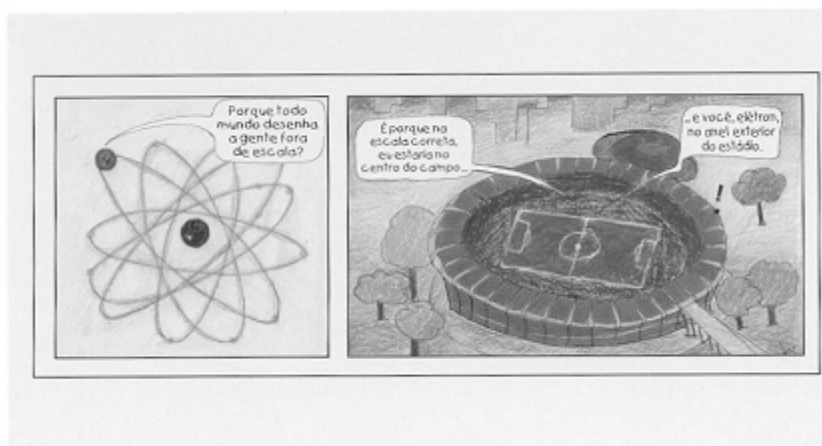
Ainda segundo a autora, a mensagem lingüística possui dois aspectos importantes, a saber: a estrutura da narrativa (ação, tempo, espaço, enredo, personagens) e o diálogo, cuja composição gráfica dos balões integram o sistema de significações podendo, portanto, indicar um sentimento de raiva, medo, amor, etc.

A concepção de imagens também contribui para a produção de sentidos, isto é, depreende-se uma série de significações a partir do ângulo das imagens, das cores, do posicionamento entre os personagens.

Como as HQs, sobretudo aquelas voltadas para um público infantil, possuem uma estrutura narrativa e concepção visual mais simples, elas permitem uma leitura agradável. Tal aspecto é importante quando se vai tratar de assuntos tão áridos quanto a Química Nuclear.

No quadrinho abaixo (Figura 1) temos um exemplo da dimensão de um átomo. No primeiro quadro o átomo é personificado para estabelecer um diálogo entre os elementos que o compõe e, naturalmente, enquanto representação não pode ser considerada real, daí constituir-se

somente uma projeção. De qualquer maneira, dadas as verdadeiras dimensões do átomo ficaria difícil reproduzi-lo fielmente, mas apenas estabelecer um parâmetro para comparação, por isso o quadro seguinte é o desenho, em *plongée*, de um estádio de futebol, dando-nos uma idéia do tamanho do átomo.



**Figura 1:** Proporções no átomo (Daou & Caruso, 2001).

No estudo de Química Nuclear a compreensão das dimensões atômicas é de grande importância. O núcleo atômico, extremamente pequeno, mesmo em relação ao átomo, possui a energia utilizada nos diferentes processos nucleares. Desta forma, a visualização de um átomo seria ideal, no entanto, é impossível. Abstrair este conceito torna-se necessário, mas isto é uma dificuldade encontrada pelos alunos em qualquer nível, principalmente no nível médio. Assim, o uso de analogias como apresentado pela Figura 1, torna-se um recurso didático interessante e divertido, facilitando o aprendizado.

Outra forma bastante interessante do uso de HQs pode ser exemplificada nas peripécias do personagem Tintin, narradas na HQ “*As aventuras de Tintin*”, obra de Hergé. As aventuras misturam ficção – não deixa de ser inventada – e dados da realidade, fruto de pesquisa detalhada sobre aspectos históricos, geográficos e científicos. Na Figura 2, temos a explicação do funcionamento de um reator nuclear e as possíveis reações dos elementos que o compõe. A utilização do  $^{235}\text{U}$  também é tratada nesta HQ. Pode-se identificar que a concentração deste isótopo é extremamente inferior a aquela utilizada em uma arma atômica. Há inclusive o detalhamento dos processos de fissão no reator, os quais são diminuídos pela utilização dos absorvedores de cádmio.

O texto desenvolve de uma maneira eficiente o complexo funcionamento de um reator nuclear e tratando-se de uma HQ, torna-se, assim, um recurso alternativo e lúdico no ensino de Química Nuclear.

Há de se ressaltar, no entanto, que se trata de uma HQ cujas características são muito peculiares, pois a elaboração do texto é muito mais complexo se compararmos com as HQs populares, como aquelas produzidas por Maurício de Sousa. O personagem Tintin possui outra faixa etária daquelas crianças da Turma da Mônica, por isso é natural que as reflexões sobre o cotidiano e sobre o mundo tenham um caráter diferente.



**Figura 2:** Funcionamento de um reator nuclear – As aventuras de Tintin “Rumo à Lua” (Hergé, 1953).

## CIÊNCIA E VÍDEO

O uso do vídeo tem sido incentivado nos últimos anos, principalmente com a instalação de TV e aparelhos de vídeo nas salas de aula, com a exibição, via antena parabólica, de Programas da *TV Escola* sobre diversos assuntos relacionados ao ambiente pedagógico. Porém tais medidas não garantem a utilização adequada do meio. Dos filmes de ficção ao documentário é necessário reconhecer o alcance de cada texto fílmico, o conteúdo a ser desenvolvido, o momento vivido na sala de aula e, principalmente, o modo como foi concebido o filme.

A seleção dos filmes depende muito do olhar do professor. Levar um documentário cujo ritmo seja muito lento pode causar um efeito contrário ao que se pretende, afastando o aluno do conteúdo. Ou uma ficção que apenas ofereça entretenimento tira da sala de vídeo a possibilidade de se criar uma prática pedagógica alternativa. O filme deve servir de objeto de estudo pois ajuda

“a escola a reencontrar a cultura ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é um campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte.” (Napolitano, 2004)

Não importa, no entanto, se o professor utilizará um documentário ou um filme de ficção. É fundamental que exista um projeto adequado para desenvolver uma atividade de leitura do texto fílmico e que se destaque as diferenças entre esses gêneros. A ficção, por narrar predominantemente uma história inventada, imaginada, é considerada falsa. Já o documentário, por enunciar a verdade, serve como fonte de conhecimento (Bruzzo, 1998). Portanto, a ficção se distancia da realidade e o documentário, ao contrário, se aproxima.

É preciso ressaltar que a ficção contém dados da realidade, ou melhor, é resultado da interpretação do mundo a partir da visão dos realizadores do filme. Não há texto que não carregue as marcas da subjetividade do autor, isto é, não há neutralidade na leitura que fazemos dos fatos, do mundo, das pessoas. Mesmo as imagens produzidas para um documentário podem ser fruto de uma simulação ou reconstituição; o que lhe daria um grau, ainda que pequeno, de ficção.

Seguindo nossa linha temática, o filme “*Sonhos*”, de Akira Kurosawa, nos episódios o “*Monte Fuji em vermelho*” (acidente nuclear provocado por falha humana) e o “*Demônio Chorão*” (mutações sofridas pelo homem devido a agentes poluentes e à radiação) mostram conseqüências do uso da energia nuclear: a devastação do espaço geográfico, a luta por alimento e, principalmente, a mutação das poucas formas de vida ainda existentes. O ser humano transforma-se em um monstro, fisicamente – possui chifres na cabeça – e socialmente – restam apenas humanos na cadeia alimentar.

O valor simbólico do chifre é a dor na consciência dos homens, dos erros cometidos, das atitudes geradas pela ganância, pela conquista do poder que levaram à morte e à destruição. A dor causada pelo chifre é a punição que os seres humanos devem sofrer. As cenas que mostram essa dor são construídas por imagens escuras – o fundo é negro e o lugar tem um ar sombrio, desolador e inóspito.

Há momentos em que a composição de cores vibrantes, como o amarelo da flor dente-de-leão, contrasta com o fundo negro. Este efeito cromático acontece para destacar os elementos vegetais que também sofreram mutação, tornando-se muito maiores do que na sua origem e mais fortes, porém não é utilizada como fonte de alimentação e, portanto, ironicamente não representa a salvação, já que estão impregnados de radiação.

Outro detalhe importante é a representação do efeito radioativo - invisível – por uma fumaça que persegue as pessoas horrorizadas com o acidente nuclear, ou seja, para se produzir esse sentido de medo seria necessário materializar o mal: a nuvem vermelha representa o  $^{239}\text{Pu}$  (“*Um décimo milionésimo de grama causa câncer*”), a amarela representa o  $^{90}\text{Sr}$  (“*Entra em você e causa leucemia*”), a roxa representa o  $^{137}\text{Cs}$  (“*Afeta a reprodução. Produz mutações. Faz nascer monstruosidades*”).

Este filme de ficção apresenta a interpretação de um fato histórico apreendido através do olhar de Kurosawa, impregnado dos valores éticos, morais e culturais. A utilização da bomba atômica e, conseqüentemente, da energia nuclear, neste caso revela que a luta pelo poder pode levar à destruição de toda a humanidade.

O documentário “*Hiroshima*”, produzido pela BBC, na coleção “*Os dias que abalam o mundo*” também desenvolve o mesmo tema: a bomba de Hiroshima. Não há fronteiras entre a ficção e a realidade na produção das imagens. Tudo se mistura. Ora são apresentados os soldados que participaram da ação, ora temos atores representando habitantes da cidade realizando atividades de seu cotidiano, e que foram mortos durante o ataque.

As imagens se articulam – planos e cortes – de tal maneira que o sentido de realidade envolve cada cena. Acreditamos que as imagens são daquelas pessoas que estavam presentes no momento da explosão. O efeito que se produz no espectador com a simulação é tão convincente que emociona e gera um sentimento de dor e repúdio em relação à brutalidade com que a bomba destrói a cidade e a vida.

O ritmo vai ganhando destaque à medida que se aproxima o momento da explosão; os cortes das cenas são montados, intercalando-se o som do relógio, que vai se tornando cada vez mais evidente, e produzindo uma grande tensão.

Este tipo de documentário apresenta elementos interessantes por se tratar de uma dramatização. As imagens levam os espectadores a refletir sobre as conseqüências do uso de uma arma atômica na vida dos seres humanos.

## **CONCLUSÃO**

O uso de diferentes alternativas didáticas pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, pois motiva o aluno a desenvolver conceitos de forma diferenciada, criando, por meio de processos interdisciplinares, um ambiente de discussão e reflexão. Neste contexto, o trabalho apresentado mostrou como a Química Nuclear, um tema pouco abordado no Ensino Médio mas presente em nosso cotidiano, pode ser discutido de diferentes formas por meio da poesia, da música, da HQ e do vídeo, tornando o aprender muito mais lúdico e significativo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Andrade, C. D. *Reunião*. 10ª Edição. Editora José Olympio, Rio de Janeiro, 1980.
- Bibe-Luyten, S. M. (org.). *História em quadrinhos: leitura crítica*. Editora Paulinas, São Paulo, 1984.
- Bruzzo, C. O documentário na sala de aula. *Ciência & Ensino*. Vol. , pp. 23-5, 1998.
- Citelli, A. *Aprender e ensinar com textos não escolares*. Vol. 3, Editora Cortez, São Paulo, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Aprender e ensinar com textos, outras linguagens*. Vol. 6, Editora Cortez, São Paulo, 2000.
- Daou, L.; Caruso, F. *Tirinhas de Física*. Vol. 4. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, 2001.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. Cortez Editora, São Paulo, 2002.
- Figueira, R. C. L. *Inventário de radionuclídeos artificiais na costa sul do Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo, 2000.
- Hergé. *As aventuras de Tintin – Rumo à Lua*. Casterman, 1953. Editora Divusão Verbo, 1981.
- Higuchi, K. K. Super-homem, Mônica & Cia. In: *Aprender e ensinar com textos não escolares*. Vol. 3. Cortez Editora, pp.125-154, 1997.
- Moreira, I. C. M. Poesia na aula de ciência? A literatura poética e os possíveis usos didáticos. <[http://www.abcmc.org.br/publique1/media/poesia\\_e\\_ciencia.pdf](http://www.abcmc.org.br/publique1/media/poesia_e_ciencia.pdf)> - acessado em 10/05/2005.
- Napolitano, M. *Como usar o cinema na sala de aula*. Editora Contexto, São Paulo, 2004.
- Pochin, E. *Nuclear radiation: risks and benefits*. Oxford University Press, New York, 1983.
- Vanoye, F. *Usos da linguagem*. Editora Martins Fontes, São Paulo, 1982.
- Xavier, I. *O discurso cinematográfico: a opacidade e a transparência*. Editora Paz e Terra, São Paulo, 1984.

**FILMOGRAFIA**

*Sonhos*, de Akira Kurosawa, 1990, Japão/EUA.

*Hiroshima*. BBC e Aventuras na História. Coleção “*Os dias que abalaram o mundo*”, DVD 2, Filme 3, 2003.