



**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



## **Energia nuclear na educação escolar: tema proposto para a educação básica no âmbito do PIBID-Química/UFPel.**

**Ana Helena Schröder<sup>1\*</sup> (IC), Ane Maciel Dias<sup>1</sup> (IC), Maíra Dallmann Ücker<sup>1</sup> (IC), Karen da Luz Cruz<sup>1</sup> (IC), Maira Ferreira<sup>1</sup> (PQ). [anahelena\\_s@hotmail.com](mailto:anahelena_s@hotmail.com)**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário s/nº, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - Campus Capão do Leão, CEP 96010-900, Capão do Leão/RS.

*Palavras-Chave: Oficina, Energia Nuclear.*

**Área Temática:** Formação de professores - FP

**RESUMO:** O PRESENTE TRABALHO RELATA A EXPERIÊNCIA DE BOLSISTAS DO PIBID-QUÍMICA, DA UFPel, NO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE UMA OFICINA SOBRE ENERGIA NUCLEAR PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO, EM UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA ESTADUAL, DA CIDADE DE PELOTAS. PLANEJADA A PARTIR DE UMA EXPOSIÇÃO SOBRE O ANO INTERNACIONAL DA QUÍMICA, FOI DESENVOLVIDA EM CINCO ETAPAS, COM USO DE SLIDES, VÍDEOS, UM JOGO E UM JÚRI SIMULADO, BUSCANDO ENVOLVER OS ALUNOS DE FORMA DINÂMICA, VISANDO LEVÁ-LOS A CONTEXTUALIZAR O TEMA COM O COTIDIANO E ASSOCIÁ-LO COM CONTEÚDOS QUÍMICOS. APLICAR ESTE TRABALHO NA ESCOLA NOS POSSIBILITOU TER A EXPERIÊNCIA DE ELABORAR E APLICAR UM PROJETO DE ENSINO, CONTRIBUINDO PARA NOSSA APRENDIZAGEM, POIS ALÉM DE ESTUDAR O TEMA, TIVEMOS QUE FAZER ESCOLHAS DE CONTEÚDOS E CONCEITOS PARA SEREM APRESENTADOS DE FORMA DIFERENCIADA A DOS LIVROS DIDÁTICOS. ENFIM, CONSIDERAMOS ESSA EXPERIÊNCIA IMPORTANTE PARA A ORGANIZAÇÃO DE FUTUROS TRABALHOS, NÃO SÓ DISCIPLINARES, MAS TAMBÉM INTERDISCIPLINARES.

### **INTRODUÇÃO**

No ano de 2011, Ano Internacional da Química (AIQ), foi comemorado o centenário do prêmio Nobel de Marie Curie. Em função disso, a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) organizou uma mostra, voltada à educação básica, para a divulgação da ciência Química. Para essa mostra foram utilizados banners abordando aplicações da Química em diversas áreas da vida social, representadas por temas como: energia, materiais, alimentos, sustentabilidade e saúde.

O curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), vinculado ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), possibilita aos alunos bolsistas atuarem em escolas da educação básica desenvolvendo atividades de ensino para os alunos, juntamente com o professor titular da disciplina de Química. Entre estas atividades, realizamos a exposição do Ano Internacional da Química, em quatro escolas de ensino médio da rede estadual na cidade de Pelotas/RS.

As atividades do AIQ nas escolas foram organizadas utilizando os materiais produzidos pela SBQ (livros e banners). Inicialmente foi feito o estudo dos livros produzidos que continham os temas apresentados nos banners, para respondermos dúvidas que surgissem. Posteriormente nas escolas, apresentamos o grupo PIBID aos alunos e explicamos como seria realizada a exposição, acompanhando-os durante a apresentação.

Durante a atividade perguntamos aos alunos quais banners tinham lhes despertado maior interesse, a fim de descobrir temas que pudessem ser trabalhados futuramente. Na ocasião, um dos assuntos mais citados foi Energia, a partir dessa



**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



preferência planejamos uma oficina sobre o tema Energia Nuclear. Justificamos a escolha do tema, pois, além de estar relacionado com o Ano Internacional da Química e a comemoração pelos 100 anos do prêmio Nobel de Marie Curie, reconhecemos que esse é um assunto atual e de grande importância pelas suas aplicações, tanto como fonte alternativa de energia elétrica, como para a saúde, indústria e agricultura, mas que, no entanto, em geral, é pouco trabalhado nas escolas.

O trabalho que apresentamos se refere, então, ao planejamento e aplicação de uma oficina sobre o tema Energia Nuclear, feita em conjunto com o professor titular da disciplina de Química da escola, cujo objetivo era explicar e discutir os princípios de produção de Energia Nuclear e suas aplicações, para duas turmas de alunos do segundo ano do ensino médio.

#### **TEMA ENERGIA NUCLEAR: PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE ATIVIDADES**

Como já mencionado, no AIQ, a SBQ organizou materiais para exposições sobre a Química no cotidiano, abordando-a como uma ciência criativa e essencial para a qualidade de vida da sociedade. Segundo informações contidas no site<sup>1</sup>, o objetivo era mostrar as conquistas no mundo da ciência e suas contribuições para a humanidade, evidenciando a importância da química para a sociedade.

Assim, passamos a trabalhar uma proposta com o tema energia, mais especificamente, energia nuclear, para o estudo de química no ensino médio, considerando a relevância desse assunto na atualidade.

Historicamente a energia nuclear está associada à figura de Marie Curie, a primeira mulher a receber um prêmio Nobel por suas pesquisas sobre a radioatividade, o isolamento do rádio e o estudo da natureza dos compostos deste elemento.

A energia nuclear, a princípio utilizada para objetivos militares e hoje utilizada principalmente como fonte de energia elétrica, é a energia liberada na emissão de radiações, em reações que ocorrem no núcleo dos átomos. O estudo das radiações contempla o estudo de ondas ou partículas de alta energia, emitidas por fonte natural ou artificial. Essas emissões podem causar lesões aos tecidos por uma breve exposição a altos níveis de energia ou por exposição prolongada a baixos níveis. Os efeitos dependem de como acontece a contaminação e o tipo de tecido ou célula atingida, sendo as de rápida multiplicação, como as do intestino, das gônadas e da medula óssea as mais afetadas pela radiação.

Tais radiações, conhecidas como alfa, beta e gama são radiações ionizantes, ou seja, possuem capacidade de remover elétrons nas células ou tecidos por onde passam, e ao removerem esses elétrons podem causar alterações genéticas, câncer ou anemia, entre outros. Os efeitos de radiação no organismo estão relacionados à radiação emitida pelos diferentes radioisótopos.

Entre as diversas aplicações da energia nuclear, destaca-se o uso:

---

<sup>1</sup> [www.s bq.org.br](http://www.s bq.org.br)



**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



Para a produção de energia elétrica: No processo de fissão nuclear (divisão de um núcleo pesado resultando em núcleos menores), ocorre liberação de uma grande quantidade de energia que é aproveitada para o aquecimento de água. O vapor d'água produzido movimenta uma turbina que está ligada a um gerador de eletricidade, transformando a energia em movimento em energia elétrica.

Na medicina: Para diagnóstico é utilizada, por exemplo, no exame chamado FOTOSCAN que utiliza radioisótopos de I-131 para detecção de radiação que “varre” a região da glândula tireóide, mostrando em uma imagem o tamanho e a atividade da glândula tireóide. A radioatividade do I-131 cessa em poucas horas, pois a meia vida do radioisótopo é curta (8 minutos). Além do uso em diagnósticos, é usada também para tratamento de câncer em um processo denominado radioterapia, no qual são utilizados, geralmente, radioisótopos de Co-60 e Cs-137. A radioterapia é uma modalidade de tratamento do câncer que utiliza radiações de alta energia para matar células com câncer. As radiações causam uma série de alterações bioquímicas nas células, sendo que as células com câncer, ao contrário das células normais, não dispõem de mecanismos para corrigir estes danos e acabam morrendo.

Na indústria: Para garantir a qualidade (branqueamento, espessura) de folhas de papel, sendo que para atender a exigência de qualidade do mercado mundial são utilizados os isótopos Co-60 e Iridio-192 e Amerício-241. Também é utilizada na esterilização de materiais cirúrgicos com uso de Co-60, e em alarmes contra incêndio, com uso de Tc-99.

Na agricultura: No controle de insetos e na conservação de alimentos com uso de C-13 e P-32.

Com relação aos benefícios/riscos da energia nuclear, pode-se dizer que o seu uso como fonte energética, quando comparada às usinas de combustíveis fósseis, requer menores áreas e possibilita maior independência energética para os países importadores de petróleo e gás, no entanto, os custos para construção e operação das usinas são muito altos e há o risco de acidentes nucleares, como, por exemplo, o acidente de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, e, mais recentemente o de Fukushima, no Japão. Além disso, outro problema está associado ao potencial energético do lixo atômico e a sua destinação, sendo necessário seu armazenamento por um tempo muito elevado até que se torne inofensivo.

Após fazer o estudo de conceitos e aplicações do tema Energia Nuclear, coletivamente passamos ao planejamento da oficina, pensando em ações que levassem os alunos a contextualizar assuntos com o cotidiano, associar temas com os conteúdos mediados na escola e refletir sobre os aspectos positivos e negativos do uso da energia nuclear, levando em consideração os efeitos no meio ambiente e impactos sociais, pois conforme descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

A aprendizagem de química deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (BRASIL, 2002, p.87)



**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



As atividades desenvolvidas no PIBID da UFPEL têm como referencial teórico os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002). Assim, a oficina foi planejada visando facilitar o desenvolvimento de competências e habilidades tais como: identificar o processo de produção de energia nuclear e elétrica em transformações químicas e nucleares (fissão e fusão) através de comunicações oral e escrita; analisar e argumentar o assunto posicionando-se criticamente em relação ao tema; compreender esse conhecimento como uma construção humana inserida em um processo histórico e social, como parte integrante da cultura humana contemporânea; reconhecer seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seu impacto na vida social; reconhecer seu caráter ético e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. Segundo Maranhão (2009),

A contextualização dos conteúdos é importante para a compreensão do cotidiano do aluno, pois mostra que aquilo que se aprende em sala de aula, tem aplicação prática em nossas vidas. A contextualização permite ao aluno perceber que o saber não é apenas um acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas sim uma ferramenta que os prepara para enfrentar o mundo, permitindo-lhe resolver situações até então desconhecidas. O contexto dá significado ao conteúdo e deve basear-se na vida social, nos fatos do cotidiano e na convivência do aluno. Isto porque o aluno vive num mundo regido pela natureza, pelas relações sociais estando exposto à informação e a vários tipos de comunicação. Portanto, o cotidiano, o ambiente físico e social deve fazer a ponte entre o que se vive e o que se aprende na escola.

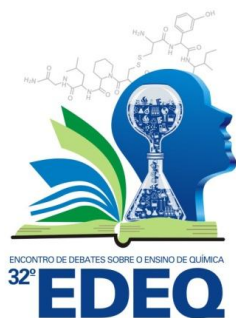
Vimos, assim, que uma forma de possibilitar a contextualização dos conceitos é pelo desenvolvimento de projetos de ensino. Portanto, além do estudo dos PCN, estudamos como elaborar um projeto buscando em livros e periódicos, estratégias de ensino que nos ajudassem neste planejamento, considerando a caminhada que fizemos desde a exposição para a divulgação da Química como parte da proposição didática que organizamos. Em meio a isso concordamos que:

Projeto didático é um tipo de organização e planejamento do tempo e dos conteúdos que envolvem uma situação-problema. Seu objetivo é articular propósitos didáticos (o que os alunos devem aprender) e propósitos sociais (o trabalho tem um produto final, como um livro ou uma exposição, que vai ser apreciado por alguém). (Moço, 2011)

A proposta do trabalho desenvolvido tem, então, o objetivo de contextualizar o tema Energia Nuclear a conceitos de Química, com o uso de recursos audiovisuais e metodologias ativas, de modo a motivar os alunos a participarem das atividades propostas, associando os conceitos químicos aos usos da Energia Nuclear.

## **DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO NA ESCOLA**

Como citado anteriormente, a escolha do tema para a oficina e para futuros trabalhos realizados na escola, foi feita a partir de uma votação durante a mostra de banners, onde os alunos responderam aos bolsistas sobre que assunto teriam



**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



interesse em aprofundar. Um dos temas destacados foi o assunto Energia, como podemos ver na Tabela 1.

**Tabela 1: Resultado da contagem dos votos para escolha do tema da oficina**

<b>Tema</b>	<b>Votos (%)</b>
Energia	37%
Materiais	10%
Sustentabilidade	13%
Saúde	23%
Alimentos	17%

A partir desse levantamento, definimos o enfoque Energia Nuclear e planejamos uma oficina para ser desenvolvida em cinco etapas, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2: Descrição das atividades da oficina**

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
Primeira	Apresentação da Oficina
Segunda	Utilização de um banner para apresentar aos alunos o tema e discutir conceitos, usos e efeitos da energia nuclear.
Terceira	Apresentação de Slides/Vídeos
Quarta	Aplicação do Jogo
Quinta	Realização do Júri Simulado

Na primeira etapa recepcionou-se a turma no auditório da escola, fazendo uma breve apresentação da oficina e comentando as suas etapas. Em seguida, começamos a comentar o assunto justificando o motivo da escolha do tema.

Na segunda etapa com a apresentação de um banner contendo informações, distribuídas entre palavras e ilustrações, relacionadas à Energia Nuclear como, por exemplo, o uso de radiações na medicina e na agricultura, as usinas nucleares e os riscos de acidentes radioativos, fizemos perguntas aos alunos sobre os conceitos indicados no banner.

Na terceira etapa, tratamos conceitos básicos sobre o assunto, uma vez que esse geralmente não é trabalhado nas escolas. Para isso, utilizou-se uma apresentação de slides que continha tópicos importantes tais como constituição do átomo, fissão nuclear, radiação e suas aplicações na medicina, indústria e agricultura. Apresentamos também dois vídeos, o primeiro continha informações sobre acidentes radioativos como o do Césio-137, ocorrido em Goiânia, o de





**SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS**  
**18 e 19 | OUTUBRO | 2012**  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



Chernobyl, onde houve a liberação de uma nuvem de radiação com radioisótopos, e o acidente em Fukushima, onde o núcleo do reator fundiu após um terremoto provocando uma explosão e exposição de material radioativo. O segundo vídeo mostrava utilizações da radiação na medicina – para diagnóstico e tratamento de doenças, na indústria – para obtenção de produtos de alta qualidade, e na agricultura – para a conservação de alimentos. Assim, foi dado ênfase aos pontos positivos e negativos da utilização desse tipo de energia. No encerramento desta etapa, abriu-se espaço para perguntas para esclarecimentos de dúvidas que porventura surgissem durante a explanação do assunto.

A quarta etapa consistiu na aplicação de um jogo em forma de trilha, onde a turma foi dividida em duas equipes representadas, cada uma, por um participante, que, por sua vez, jogaria um dado para avançar nas casas. Cada casa possui uma numeração referente a uma pergunta. No caso de acerto o participante avançaria certo número de casas, caso contrário retonaria.

Na quinta e última etapa da oficina, com a turma dividida em dois grupos, foi realizada a simulação de um júri, sendo um grupo favorável ao uso da energia nuclear e o outro grupo contrário. A seguir, foi solicitado aos alunos que apresentassem suas justificativas na forma de relatório, que foi discutido no grupo.

#### **PRODUÇÃO DA OFICINA E APRENDIZAGENS ENVOLVIDAS**

No início do trabalho, alunos e bolsistas se encontravam tímidos, os alunos por não quererem se expor e as bolsistas por estarem inseguras com relação à atuação como docentes, causando nervosismo e ansiedade, que foram superados no decorrer da oficina.

Na demonstração do banner percebemos que a timidez dos alunos atrapalhou bastante, por isso não responderam aos questionamentos feitos. Fazendo a avaliação da oficina, vimos que talvez alguns termos fossem desconhecidos para eles, pois não são tratados nos conteúdos do ensino médio, porém são fundamentais para o entendimento do tema, havia também alguns termos que talvez não tenham conseguido associar ao tema por desconhecem a utilização das radiações em algumas áreas. Por esse motivo estamos reformulando a oficina de maneira a facilitar a participação dos alunos desde o início, em outras turmas de outras escolas do PIBID, nas quais continuaremos esse trabalho.

Na terceira etapa, durante a demonstração dos slides e vídeos, percebemos uma mudança na fisionomia dos alunos, pois o que estava sendo discutido estava relacionado ao cotidiano deles. No final desta etapa alguns relataram não saber que a radioatividade poderia ser aplicada em várias áreas e, principalmente, desconheciam o que tinha ocorrido nos acidentes ficando estupefatos com as imagens.

Na quarta etapa, o jogo, os alunos tiveram grande participação, tanto na hora de escolher seus representantes como no momento de responder as perguntas. A Tabela 3 mostra algumas perguntas que foram sorteadas durante o jogo, juntamente com o percentual de erros e acertos. Conforme pode ser observado, de um grupo de vinte e um alunos, várias questões obtiveram 100% de acerto.

Tabela 3: Perguntas feitas no jogo como forma de avaliação

Perguntas	Acertos (%)	Erros (%)
Explique o acidente ocorrido em Goiás no ano de 1988.	90 %	10%
O que é um isótopo?	100%	0%
O que é fissão?	85%	15%
O que é energia nuclear?	100%	0%
Como a radioatividade pode ser utilizada na agricultura?	100%	0%

Na quinta etapa, a formação do júri simulado, foi onde os alunos mais participaram. Passaram cerca de quinze minutos debatendo no seu grupo e, após esse tempo, defenderam suas posições para o outro grupo, colocando suas ideias sobre o que perceberam e aprenderam durante a apresentação da oficina.

Trabalhar no planejamento e desenvolvimento deste trabalho nos possibilitou ter a experiência de elaborar e aplicar um projeto de ensino na escola, contribuindo para nossa aprendizagem, pois além de termos que estudar o tema em livros e periódicos que falavam sobre o assunto, tivemos que fazer escolhas de conteúdos e conceitos de forma diferente à apresentada pelos livros didáticos.

Fazer o projeto contextualizando o dia-a-dia com o tema Energia Nuclear e os conceitos químicos tratados nos livros e nas salas de aula foi uma das nossas maiores dificuldades durante a elaboração da oficina, pois há uma diferença entre planejar uma aula usando conceitos de livros didáticos e ao final dar um exemplo relacionado com o cotidiano do aluno para facilitar o seu entendimento, e partir de um tema usado em várias áreas do cotidiano e ter que ir a procura de conteúdos que serviriam para explicar este tema, o que foi o nosso caso.

Devido a essa dificuldade, a versão inicial foi reescrita várias vezes, juntamente com as coordenadoras da área de Química e discutida com o professor da escola. Assim, até chegarmos à versão final, que foi efetivamente aplicada, tivemos inúmeros encontros e reuniões para aprimorá-la.

Outra dificuldade encontrada foi realizar as atividades de forma dinâmica e interessante, visando diversificar as ações que normalmente os alunos realizam em sala de aula, sem perder de vista os objetivos da oficina, que eram explicar e discutir com os alunos, os princípios de produção de energia nuclear e suas aplicações, relacionando conceitos com os efeitos sociais e ambientais, promovendo a interação entre os alunos e desenvolvendo a capacidade de argumentação.

## CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho podemos avaliar melhor o papel do planejamento nas atividades realizadas pelos professores. Ao fazer o planejamento,



SABERES DOCENTES:  
MEMÓRIAS, NARRATIVAS E PRÁTICAS  
18 e 19 | OUTUBRO | 2012  
UFRGS - PORTO ALEGRE - RS



pensamos na escola e nos alunos que iríamos trabalhar e isso definiu as escolhas que fizemos. O que nos revelou o quão difícil é montar uma atividade que seja interessante, que tenha uma linguagem que o aluno entenda e situações que ele identifique em seu dia-a-dia.

Feito isso partimos para aplicação e verificamos que muitas vezes algo que pensamos estar bem planejado quando colocado em prática não obtemos o resultado esperado e vemos que poderia ser feito de maneira diferente. No nosso caso, como nem todos objetivos foram alcançados estamos reestruturando a oficina, pensando em reverter a ordem da apresentação para que haja maior participação dos alunos.

Enfim, essa experiência será de grande importância em futuros trabalhos, não só disciplinares, mas também interdisciplinares, pois acima de tudo aprendemos a trabalhar em grupo e nos colocar na posição do ouvinte, pensando em como utilizar conceitos químicos para explicar o que nos cerca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- CARDOSO, Eliezer de Moura (et al). Energia Nuclear. Disponível em: <[www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf](http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2011.
- CERQUEIRA, Wagner de. (et al) Energia Nuclear. Disponível em: <[www.brasilecola.com/geografia/energia-nuclear.htm](http://www.brasilecola.com/geografia/energia-nuclear.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2011.
- FELTRE, Ricardo. **Reações Nucleares**. In: FELTRE, Ricardo. Físico Química. 6ª. ed. São Paulo: Moderna, 2004. Cap. 10, p. 364-399
- GEPEQ. Poluição radioativa; **Interações e transformações III: A Química e a Sobrevivência**; Atmosfera – Fonte de Materiais. São Paulo: Edusp, 1998. p. 136-141.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Primeiras Investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. Disponível em: <[www.ghc.usp.br/Biografias/Curie/Curie3.htm](http://www.ghc.usp.br/Biografias/Curie/Curie3.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2012.
- MARANHÃO, M. E. A Importância da Interdisciplinaridade e Contextualização. Web Artigos, São Paulo, 14 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-interdisciplinaridade-e-contextualizacao/13408/>>. Acesso em: 13 jun. 2012.
- MOÇO, Anderson. A Revista Nova Escola: Tudo o que você sempre quis saber sobre projetos. Abril de 2011. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-continuada/14-perguntas-respostas-projetos-didaticos-626646.shtml>> Acesso em julho de 2012.
- PERUZZO, Francisco Miraguaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Radioatividade: fenômenos de origem nuclear**. 3ª. ed. São Paulo, 2003. p. 292-315.
- SILVA, Marco Aurélio da. Raio X. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/raios-x.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2011.