

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“COMPREENDENDO OS FENÔMENOS NUCLEARES, SUAS
APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES ATRAVÉS DE UMA
ATIVIDADE LÚDICA”**

Gisela Garcia Martins*

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO de QUÍMICA .

Orientadora: Prof(a) Dr(a) Rosebelly Nunes Marques

*** bolsista da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo**

**São Carlos - SP
2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M386cf

Martins, Gisela Garcia.

Compreendendo os fenômenos nucleares, suas aplicações e implicações através de uma atividade lúdica / Gisela Garcia Martins. -- São Carlos : UFSCar, 2010. 133 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Química - estudo e ensino. 2. Recursos didáticos. 3. Jogos educativos. 4. Educação científica. I. Título.

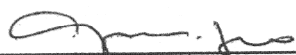
CDD: 373 (20^a)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Curso de Mestrado Profissional

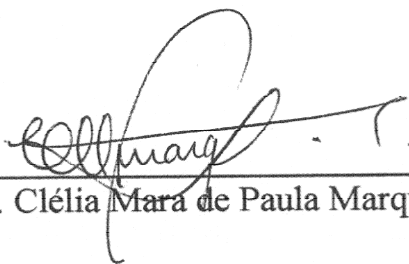
*Assinaturas dos membros da banca examinadora que avaliaram e aprovaram a defesa de dissertação de mestrado profissional da candidata **Gisela Garcia Martins**, realizada em 01 de outubro de 2010:*



Prof. Dra. Rosebelly Nunes Marques



Prof. Dr. Antonio Aprígio da Silva Curvelo



Prof. Dra. Clélia Mara de Paula Marques

Dedico este trabalho a todos aqueles que se arriscam a buscar novos horizontes na vida.

AGRADECIMENTOS:

À SEE pela bolsa concedida.

Ao MEC e à SEE pelos livros do PROMED (Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio).

À direção, coordenação, funcionários, colegas e amigos da E.E. Conde do Pinhal.

Aos professores e funcionários da UFSCar.

À minha orientadora por todo o apoio.

À todos familiares e amigos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1- O tema radioatividade na proposta curricular de Química-SP, a partir de 1973.	16
QUADRO 2.2- Propostas curriculares de Química e Física. Baseado nas propostas curriculares de Química.	17
QUADRO 2.3- Dados da unidade temática de Química constituição nuclear e propriedades físico-químicas.	20
QUADRO 2.4- Tema estruturador de Física, contemplando o tema radioatividade.	21
QUADRO 5.1- Perfil e papel do professor que trabalha eficazmente numa abordagem CTS.	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1- Massas relativas de diferentes combustíveis com 1 g de hidrogênio.	76
TABELA 6.2- Massas relativas de diferentes combustíveis com 1 g de urânio	86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1- Logotipo de protesto contra as usinas de Angra dos Reis	1
FIGURA 1.2- Relação entre conteúdos disciplinares e competências	7
FIGURA 1.3- Espectro eletromagnético e fontes geradoras	11
FIGURA 1.4- HQ na Folha de São Paulo	12
FIGURA 5.1- Exemplos de livros desenvolvidos a partir da temática CTS...	62
FIGURA 5.2- Estratégias de ensino de temas de CTS	64
FIGURA 5.3- Modelo de atividades para tomada de	65
FIGURA 6.1- Ciclo do carbono-14	70
FIGURA 6.2- Indicador da altura de líquidos	71
FIGURA 6.3- Símbolo internacional para alimentos irradiados	72
FIGURA 6.4- Curativo de polímero irradiado	72
FIGURA 6.5- Gerador de tecnécio	78
FIGURA 6.6- Principais fontes de radiação que atuam sobre o homem	82
FIGURA 6.7- Reator de fissão nuclear	85
FIGURA 6.8- Reproduções de charges da Folha de São Paulo	88
FIGURA 6.9- Matriz da energia elétrica brasileira	91
FIGURA 7.1- Tabuleiro e peças	102
FIGURAS 7.2 - Cartas com situações-problema	103

FIGURA 7.3- Distribuição dos alunos por faixa etária	107
FIGURAS 7.4- Respostas sobre o conhecimento dos símbolos de alerta de radioatividade	108
FIGURAS 7.5- Respostas sobre materiais radioativos	109
FIGURAS 7.6- Respostas sobre o que é uma usina atômica	110
FIGURA 7.7- Opiniões sobre energia nuclear	111
FIGURA 7.8- Respostas da questão Se já havia participado de algum jogo como atividade em alguma disciplina	113
FIGURA 7.9- Respostas da Q. Você gostou deste jogo ?	114
FIGURA 7.10- Respostas da Q. Que grau de dificuldade você atribui ao jogo?	114
FIGURA 7.11- Respostas da Q. Você acha interessante aprender através de um jogo ?	115
FIGURA 7.12- Respostas da Q. Este jogo serviu para	115
FIGURA 7.13- Respostas da Q. O tema abordado no jogo promove um trabalho interdisciplinar?	116
FIGURA 7.14- Respostas da Q. Se o jogo despertou mais o interesse por radioatividade e sobre a química	117

RESUMO

COMPREENDENDO OS FENÔMENOS NUCLEARES, SUAS APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES ATRAVÉS DE UMA ATIVIDADE LÚDICA. Mesmo com toda a atenção que a mídia falada e escrita tem dado ao tema radioatividade, várias pesquisas mostram que os alunos do último ano do ensino médio, tanto da educação de jovens e adultos como do curso regular, desconhecem seus símbolos, confundem diferentes fontes e diferentes tipos de radiação com radioatividade. Aplicações de radioisótopos em campos como a medicina quase não são conhecidas pelos estudantes. Além disso, o assunto não é tratado de forma adequada na escola, pois, geralmente, não são usadas todas as possibilidades de contextualização, sendo citados apenas o uso na fabricação de bombas, e os acidentes ocorridos em usinas nucleares. Este tratamento dá a impressão do assunto estar distante do cotidiano do aluno. Materiais didáticos baseados em jogos são reconhecidos como ferramentas importantes para auxiliar os professores na sua tarefa de motivação das classes. Neste trabalho elaboramos uma possibilidade didática em sala de aula, com base na literatura referente a jogos e novas metodologias de ensino, e dirigida aos estudantes de química e física do ensino médio. O material proposto consiste de um jogo didático de regras, baseado num jogo de tabuleiro com dados, e cartas com perguntas contextualizadas, onde os jogadores através do conhecimento e do raciocínio podem avançar e alcançar o objetivo (chegar ao fim do jogo). O jogo foi testado em classes do 3º ano do ensino médio, e os resultados indicaram um aumento no interesse dos alunos e nas habilidades esperadas.

Palavras Chave: Recursos didáticos/Educação científica/Jogo

ABSTRACT

UNDERSTANDING NUCLEAR PHENOMENA, THEIR APPLICATIONS AND IMPLICATIONS BY A GAME ACTIVITY. It has been shown that students of latest high school year do not know the meaning of the symbols of radioactivity, and sometimes they mix up mentally with different sources of radioactivity or types of radiation. Students usually link radioactivity with nuclear weapons or with nuclear accidents that they have heard about. Important issues of radioisotopes such as the applications in medicine are unknown by students and seem to be far off student everyday life. Didactic and playful materials are recognized as important tools to help teachers to motivate students in many activities. In this work we have developed a didactic game for Chemistry and Physics students based on game approaches and new teaching/learning methods. The material proposed here consists in a rule-assisted didactic game, a board game with cards and dice that requires from the players the knowledge and reasoning in radioisotopes and nuclear phenomena to answer the proposed questions in order to get forward. This didactic game was tested in classroom and the results indicated an increase of student's interest and skills in the subject.

KEYWORDS: Didactic resorts/ Scientific Education/ Game

SUMÁRIO

1- Introdução

1.1- Relato Pessoal	1
1.2- Justificativa e Importância do Trabalho	3
1.3- Objetivos	4
1.4 - Estrutura do Trabalho	5
1.5 - Considerações Iniciais	6
1.5.1- Conteúdos disciplinares e Competências	6
1.5.2- Competências e Educação Profissional	7
1.5.3- As competências do professor no século XXI	8
1.5.4- Aprender com jogos e situações-problema	8
1.5.5 -Avaliando Competências por meio de situações-problema: Avaliação Formativa	9
1.5.6 -Diferença entre Radiação e Radioatividade	10
2- O Ensino do Tema Radioatividade no Brasil : Ontem e Hoje	14
2.1- Breve retrospectiva histórica das últimas políticas educacionais no Brasil e no Estado de São Paulo.....	15
2.2- O ensino da radioatividade dentro desta retrospectiva histórica	16
2.3 - As propostas	17
2.3.1- O ensino de Química e os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM)	17
2.3.2 -O ensino da radioatividade e os PCN	18
2.4 -O ensino da radioatividade dentro da atual Proposta Curricular do estado de São Paulo	22
2.5- Os Jogos e os PCN	23

3. Fundamentação Teórica: Brincar, Jogar e Aprender	26
3.1- Introdução:	27
3.2- Evolução da noção de jogo	28
3.3- Definições de jogo	29
3.4- Novos enfoques para a aprendizagem	31
3.5- Classificação dos Jogos	34
3.6- Breves considerações sobre o surgimento dos jogos na educação	35
3.7- Definição e objetivos do jogo pedagógico ou didático	37
3.8- Interesse/crescimento provocado pelos jogos	38
4- Percepção Pública da Ciência e Educação Científica	42
4.1 - Percepção pública da ciência	43
4.2- Alfabetização/ Cultura Científica	45
4.3- O papel da linguagem na educação científica	49
5- A Educação em Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)	54
5.1- História e Objetivos do movimento CTS	55
5.2- Ensino de química e abordagem CTS	59
5.3- A radioatividade nos temas sociais da abordagem CTS em química	60
5.4- Estratégias de ensino CTS e os Jogos	63
6- Aplicações dos Radioisótopos e suas	66
6.1- Aplicações dos Radioisótopos e suas Implicações	67
6.2 - Outras questões sobre o uso da energia nuclear	89

7- Metodologia de pesquisa. Resultados e Discussão	96
7.1- Caracterização da escola e dos sujeitos da pesquisa	97
7.2 - Metodologia	97
7.2.1- Modelo de questionário de concepções prévias	98
7.2.2- Montagem do jogo	101
7.2.2.1- Regras do jogo	103
7.2.3 - Aplicação do jogo	105
7.3- Discussão dos resultados	107
7.3.1- Idéias prévias dos alunos do EJA	107
7.3.2 - Resultados da Avaliação do Jogo	111
7.3.2.1- Modelo de questionário de avaliação do jogo	111
7.3.3- Considerações finais	117
8- Conclusão	121
Referências	124
Apêndice A	
Apêndice B	
Anexo A	

Introdução

*“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”*

Mahatma Gandhi

1.1- Relato Pessoal

No final dos anos 70, era estudante do 2º grau (atual ensino médio) do curso profissionalizante “Auxiliar de Laboratório de Análises Químicas”, tinha dez aulas semanais de química distribuídas na clássica divisão: química inorgânica, química geral, química orgânica e análise química, e nunca vi ou ouvi nada sobre química e física nuclear. Nos anos 80, cursando Química na UFRGS (naquela época a opção por bacharelado ou licenciatura só era feita no último ano), também nunca estudei o assunto. Havia uma disciplina de radioquímica que era optativa. Ainda tínhamos uma ditadura e os usos da energia nuclear eram restritos à área militar, “segredos de estado”, pois a população não tinha acesso a informações.

Assim, meu primeiro contato com o tema energia nuclear foi através dos movimentos sociais contrários à implantação das usinas de Angra dos Reis. Como participante ativa da AGAPAN (Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural) e a única estudante de química no grupo de Porto Alegre, ouvia freqüentemente comentários de espanto do tipo : “Nossa! Uma química preocupada com o meio ambiente...?” pois o senso comum era que a química só causava poluição. Lembro das camisetas que usávamos com a figura de um sol sorrindo:



FIGURA 1.1-Logotipo de protesto contra as usinas de Angra dos Reis

Quando vim para São Carlos e comecei a lecionar química na década seguinte, tive de aprender radioquímica sozinha pelos livros didáticos

obviamente, não fazia uma imagem muito boa de suas aplicações porque, como ainda acontece hoje, passados 15 anos, do direcionamento das atividades do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) principalmente para a área da saúde, as pessoas ainda associam energia nuclear com bombas atômicas e acidentes nucleares como os de Chernobyl e Goiânia.

Como professora, sempre procurei inovar em sala de aula para não cair na mesmice de lousa/giz e principalmente nas classes do ensino fundamental, diversificava as aulas de inglês e matemática com jogos que às vezes eu mesma criava. Quando me efetivei como professora de química, a realidade de aplicação de jogos mudou porque o pouco de material disponível era importado e muito caro, tínhamos de nos contentar com palavras cruzadas, e claro, com aulas experimentais, utilizando materiais caseiros ou emprestados. A essa altura eu já era apaixonada por radioquímica e cheguei, juntamente com professores de física e de matemática da rede, a montar e aplicar em sala de aula um projeto integrado de Ciências e Matemática utilizando decaimento radioativo para contextualizar o comportamento exponencial.

Em 2006, tive na escola onde trabalho atualmente, o privilégio de receber alunos estagiários do curso de licenciatura de química da UFSCar, que estavam sendo orientados pela prof^a Dr^a Rosebelly Nunes Marques, uma grande incentivadora de jogos nas aulas de química, e pude verificar o trabalho desenvolvido pelos estagiários e o impacto desse trabalho com os alunos. No ano seguinte voltamos a trabalhar juntos novamente, com novos estagiários e foi desenvolvido pela UFSCar (uma parceria entre os departamentos de matemática e química) em toda a escola um projeto, chamado de Projeto Matequim, composto de atividades como exposição informativa, mini cursos, oficinas e atividades experimentais e lúdicas buscando apresentar metodologias novas para alunos e professores. Nos dois dias de atividades, houve muita participação dos alunos do ensino médio e EJA e uma grande manifestação de interesse por um maior uso da metodologia lúdica em sala de aula.

1.2 -Justificativa e Importância do Trabalho

Na seção anterior, procuramos apresentar alguns fatores internos que justificam a escolha do tema lúdico e da radioatividade para este trabalho. Além disso, a escolha do tema radioatividade justifica-se por promover a interdisciplinaridade e facilitar uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), tão difundidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, mas infelizmente, pouco realizadas na prática pedagógica.

Apesar de ser um tema relevante no mundo moderno, ainda é pouco explorado e compreendido nas escolas de ensino médio e nos cursos de formação de futuros professores. A sua relevância só pode ser realmente compreendida pela sociedade quando o conhecimento deixar de ser restrito a grupos de pesquisas, e passar a circular intensamente, dentro e fora da escola. Ele envolve muitos conceitos básicos (e abstratos), como por exemplo, estrutura atômica e reações nucleares. Os alunos apresentam dificuldades com a simbologia, com a aplicação do conceito de conservação de massa/carga, confundem reações nucleares com reações químicas e o processo de fissão nuclear com o de fusão nuclear. Como se trata de um assunto que apresenta limites para ser ensinado com aulas práticas em laboratório, há a necessidade de desenvolvimento de materiais didáticos e atividades diferenciadas que auxiliem o professor no processo de ensino/ aprendizagem.

Consideremos também o que diz a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Básica: “A Educação Básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (LDB, nº9394, 1996, Art. 22). A formação do cidadão não ocorre por si só, se apenas nos limitarmos a ensinar conceitos químicos. A educação precisa preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática,

preparando-o para fazer opções, exigir seus direitos, mas também assumir compromissos com a busca conjunta de soluções para os problemas existentes na comunidade, seja ela apenas o seu bairro, ou a cidade, o país, e, quem sabe, o planeta. Que bom é quando percebemos que um aluno alargou sua visão bairrista da vida e transformou-a numa “visão planetária”. Todos saem ganhando com isto; como disse Einstein certa vez: *“A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original”*.

Assim, a elaboração de atividades que propiciem a difusão, a discussão e a reflexão de novas informações pelo sistema escolar ou pelos meios de comunicação tem um papel decisivo na formação do cidadão/trabalhador que passará a questionar o sistema econômico e político trocando o papel de espectador pelo de agente transformador da sociedade.

1.3- Objetivos

O objetivo principal do projeto é mostrar a importância dos fenômenos nucleares (e da radioquímica) no cotidiano dos alunos, de forma que percebam o significado desta em suas vidas. Assim, o tema gerador dos conteúdos químicos para esta pesquisa foi a Radioatividade. Os objetivos específicos do projeto são:

- a) Promover o conhecimento químico como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (PCN+, p.87).
- b) Elaborar uma atividade lúdica que auxilie na compreensão e aprendizagem do conteúdo de radiatividade bem como de todos os conceitos e simbologia químicos envolvidos, e que insira informações do cotidiano, como aplicações tecnológicas.
- c) Confeccionar o modelo (material didático) para aplicar em salas de aula do Ensino Médio, utilizando materiais de baixo custo, e que possam ser reproduzidos por outros professores.

- d) Avaliar a aplicação da atividade e o uso do material, para viabilidade em sala de aula, e a aprendizagem efetiva dos conteúdos químicos.

1.4-Estrutura do Trabalho

No próximo capítulo (cap. 2), vamos procurar mostrar como as mudanças na política educacional, ocorridas nas últimas décadas, influenciou “o que” e “como” deveríamos, ou devemos, ensinar química. Situamos o tema radioatividade dentro do currículo escolar brasileiro e do estado de São Paulo durante cada fase, e relacionamos também o uso de jogos na escola com as orientações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

No capítulo 3, são apresentados os fundamentos históricos e estudos atuais do valor educativo/formativo dos jogos como estratégia de ensino, justificando a sua utilização não só com crianças, mas também com adolescentes e adultos.

Nos capítulos 4 e 5 encontram-se vários aspectos relacionados à educação científica: no capítulo Percepção Pública da Ciência e Educação Científica mostra-se os resultados de uma pesquisa sobre a imagem e os valores que a população dá à ciência e aos cientistas; a importância que tem no mundo moderno a educação científica e o entendimento do uso da linguagem utilizada na divulgação de novas conquistas e na construção do conhecimento.

Em A Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, discutimos o aparecimento, os objetivos, estratégias e perfil do professor do movimento CTS.

No capítulo 6 apresentamos uma revisão bibliográfica das principais aplicações de alguns radioisótopos naturais e artificiais na medicina, agricultura, indústria e outros, e discutimos as consequências da exploração irresponsável e o mau uso de alguns radioisótopos.

No capítulo 7 está a metodologia detalhada da elaboração deste trabalho, os dados colhidos e sua discussão. A avaliação da atividade proposta e as conclusões vem a seguir, no capítulo 8.

1.5- Considerações Iniciais

1.5.1- Conteúdos disciplinares e Competências

Há uma tendência mundial em substituir o modelo tradicional de ensino, centrado no professor e no conteúdo, por outros modelos onde o aluno participe mais e o ensino é orientado para a aquisição de habilidades e de competências. De modo geral, a escola organiza-se em seus diversos níveis tendo como foco a idéia de disciplina. No entanto, os conteúdos não podem ser vistos como um fim em si mesmos, mas como instrumentos para o desenvolvimento de competências como, por exemplo, as capacidades de expressão em diferentes linguagens, de compreensão dos símbolos próprios da química, de resolução de problemas, etc..

A origem da palavra competência é o verbo competir (com + petere) que em latim significa pedir ou buscar junto com outros.

“A competência é um atributo das pessoas, exerce-se em um âmbito bem delimitado, está associada a uma capacidade de mobilização de saberes, realiza-se necessariamente junto com os outros, exige capacidade de abstração e pressupõe conhecimento de conteúdos.”

Uma competência é caracterizada por um feixe de habilidades referidas a contextos mais específicos, como se fossem microcompetências.

Deste modo, as habilidades são formas de realização das competências fazendo a ponte entre estas e os programas das diversas disciplinas.



FIGURA 1.2- Relação entre conteúdos disciplinares e competências

1.5.2- Competências e Educação Profissional

MACHADO compara as transformações ocorridas no quadro de ocupações nas últimas décadas com as transformações ocorridas no sistema de ensino. Antigamente tínhamos o estudo das disciplinas voltado à preparação para o trabalho que era relativamente estável, e o ritmo das transformações materiais lento. Hoje, as transformações nos cenários dos equipamentos e da produção material são cada vez mais rápidas e de nada adianta formar um profissional que saiba manejar um certo maquinário que logo estará obsoleto, ou, analogamente, que seja um expert numa linguagem computacional que em poucos anos não servirá mais. O ponto aqui passa a ser formar pessoas que saibam buscar informações, compreender e selecionar o que é mais relevante e que sejam capazes de mobilizar esquemas de ação nos mais variados contextos tendo em vista a tomada de decisões, a solução de problemas, ou o alcance de objetivos traçados anteriormente. Assim, tanto a formação escolar básica como a profissional, só justificam-se para o autor, se se concentrarem no desenvolvimento das competências pessoais, entre elas a capacidade de colaborar, de trabalhar em equipe e, sobretudo, a capacidade de projetar o novo, de criar em um cenário de problemas.

1.5.3- As competências do professor no século XXI

PERRENOUD aponta no perfil do professor que atua na construção de saberes e competências como o de organizador de uma pedagogia construtivista; criador de situações de aprendizagem; administrador da heterogeneidade, integrando melhor os alunos com dificuldades; regulador dos processos e percursos da formação, incluindo a sua prática docente. Os professores devem ter um envolvimento crítico com o sistema de ensino com ênfase no que está mudando nas competências profissionais. As competências esperadas de um professor são:

- Saber apaziguar classes agitadas;
- Mobilizar os alunos e suscitar neles o desejo de aprender;
- Ajudá-los a construir um sentido aos saberes e ao trabalho escolar;
- Adaptar os programas (currículos) para que se tornem mais próximos dos alunos
-

1.5.4 - Aprender com jogos e situações-problema

O homem, não importa a idade que tenha, tem necessidade de desenvolver atividades lúdicas, ou seja, atividades que tenham como única finalidade o prazer que a própria atividade pode trazer. Assim, nem todo jogo é uma atividade lúdica. Exemplifico com um jogador que está tenso, sofrendo porque está perdendo muito dinheiro num jogo de pôquer, ele perdeu o prazer de jogar. Para alguns autores como VIAL, segundo KISHIMOTO, o jogo didático tenta associar pólos opostos e incompatíveis que são o prazer e o estudo, considerado como trabalho sério e utilitário. Nós acreditamos que é possível conciliar estas duas funções aparentemente opostas do jogo educativo: a função educativa e a de gerar prazer não só para os estudantes mas também para os

professores. Sim, para os professores as atividades lúdicas também são um fator de motivação, como diz VYGOTSKY(1984) em “A formação social da mente”:

[...] as atividades lúdicas motivam professores a buscarem a exploração, a reflexão, a descoberta, a cooperação e a aceitação de modelos de crianças ativas, interativas, criativas e explorado

De acordo com MACEDO e cols.(2000) elaborar situações-problema, utilizando-as em sala de aula é um excelente recurso para relacionar jogo com atividades escolares. Ele diz que a prática com jogos, permeada por desafios propostos aos alunos, podem resultar em importantes trocas de informações entre os participantes, contribuindo efetivamente para a aquisição de conhecimentos. Situação-problema é uma situação de aprendizagem alternativa ao esquema clássico de dar aula, com explicação/exercícios.

1.5.5- Avaliando Competências por meio de situações-problema:

Avaliação Formativa

Segundo PERRENOUD, as competências não podem ser construídas sem avaliação, porém, esta não pode assumir *apenas* a forma de provas e exames com papel e lápis (grifo nosso). A avaliação das competências deve ser formativa, pois tem como única função a de ajudar o aluno a aprender e a progredir rumo aos objetivos propostos. A avaliação formativa ou regulação interativa dos processos de aprendizagem passa por intervenções do professor durante uma atividade, por sugestões, novos enfoques, abordagens e apoio e baseia-se em uma observação apurada das maneiras de trabalhar e de refletir de cada aluno ou de um grupo. Assim, ao invés de aplicar testes padronizados e avaliar por notas e classificações, é importante que o professor observe os

alunos que estão trabalhando. Em resumo, a avaliação deve ser mais uma oportunidade de aprendizagem.

MACEDO (2002), define situação-problema em um contexto de avaliação por uma questão que coloca um problema que exige do aluno que interprete e analise o enunciado recorrendo às suas competências de leitura, de comparação e de raciocínio, isto é, deve coordenar as informações em favor do seu objetivo. Deste modo, um jogo que apresente situações-problema também pode ser utilizado como recurso de coleta de dados sobre a aprendizagem de nossos alunos não no sentido de classificar, aprovar ou reprovar, mas de orientar para a construção de competências.

1.5.6 - Diferença entre Radiação e Radioatividade

Em física, *radiação* é a propagação da energia por meio de partículas ou ondas. Assim, podemos afirmar que radiação é uma denominação genérica dada à propagação de energia sob várias formas, e que pode ser dividida geralmente em dois grupos:

- Radiação corpuscular (partículas) e;
- Radiação eletromagnética.

A radiação corpuscular é constituída de partículas elementares ou núcleos atômicos, tais como: elétrons, prótons, nêutrons, partículas alfa (dois prótons + dois nêutrons), dêuterons (próton + nêutron), entre outros, enquanto a radiação eletromagnética é constituída de ondas eletromagnéticas. Cada uma dessas radiações é caracterizada por sua energia, sua fonte geradora e forma de interação com a matéria. As ondas eletromagnéticas têm origem no movimento oscilante de uma carga elétrica, que quando acelerada ou desacelerada, provoca variações em seu campo elétrico que, conseqüentemente, provoca variações em

seu campo magnético e assim sucessivamente. Este tipo de onda não necessita de um meio material para se propagar, podem se propagar no vácuo. Toda onda eletromagnética transporta energia durante sua propagação e essa propagação é feita na velocidade da luz, $c = (300.000.000 \text{ m/s})$. Os principais tipos de radiações eletromagnéticas são, em ordem crescente de seu comprimento de onda: 1. Raios gama, 2. Raios X, 3. Radiação ultravioleta, 4. Luz visível, 5. Radiação infravermelha, 6. Microondas, 7. Ondas hertzianas (ondas de tv, rádio, radares etc.). Na figura a seguir (1.3) temos o espectro eletromagnético com as muitas frequências e comprimentos de onda que o compõem.

As frequências e os comprimentos de onda podem ser relacionados pela expressão $c = \lambda \cdot f$, onde λ representa o comprimento de onda, em metros, f a frequência da onda eletromagnética, medida em hertz e c velocidade da luz.

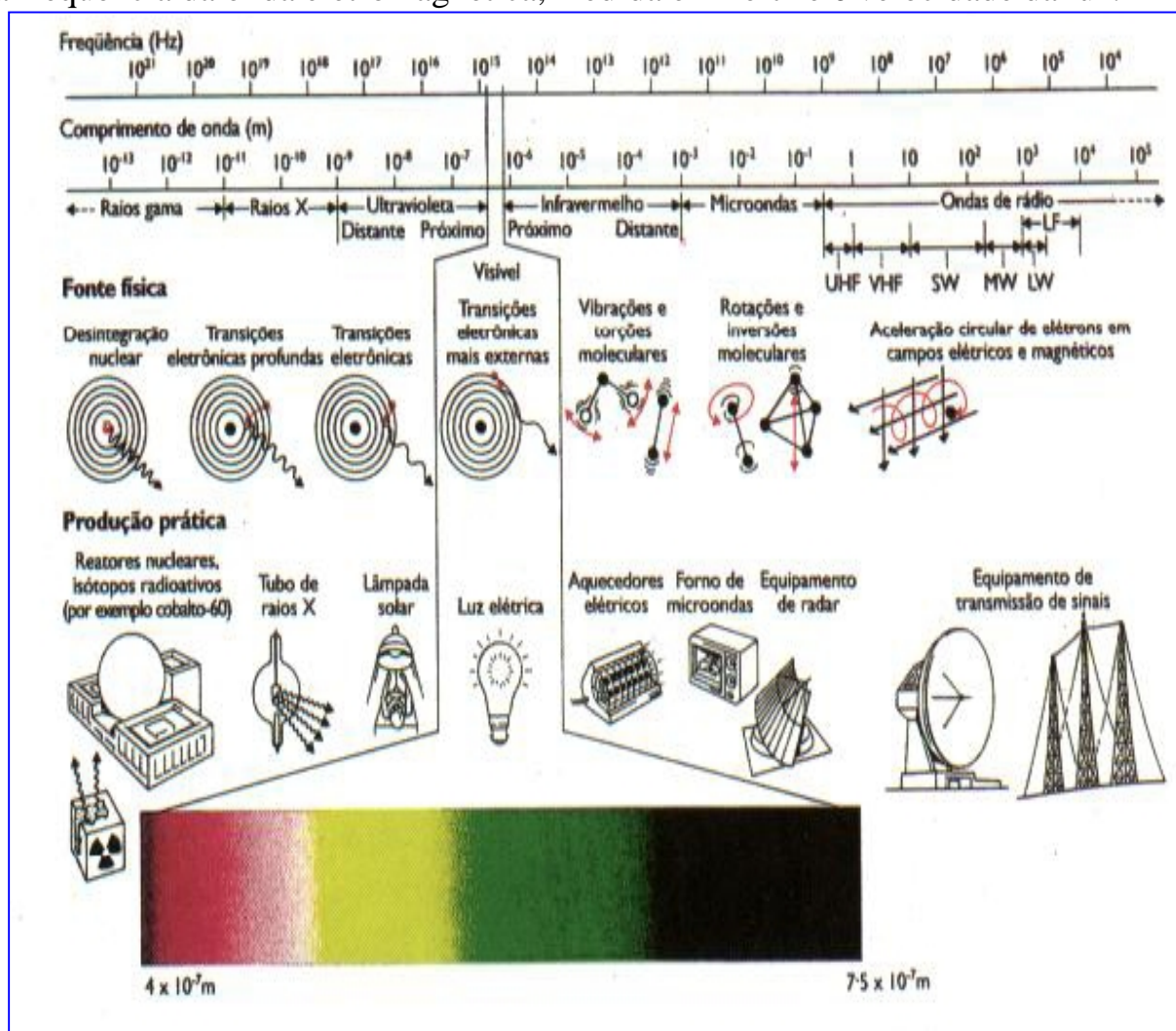


FIGURA 1.3- Espectro eletromagnético e fontes geradoras

A radioatividade, ou radiatividade é um fenômeno natural ou artificial, pelo qual algumas substâncias ou elementos químicos chamados radioativos, são capazes de emitir radiações na forma de partículas ou ondas eletromagnéticas (raios gama). A radiatividade é um fenômeno nuclear, ou seja, tem origem no núcleo dos átomos, e está sempre associada a emissão de energia (fig. 1.4).

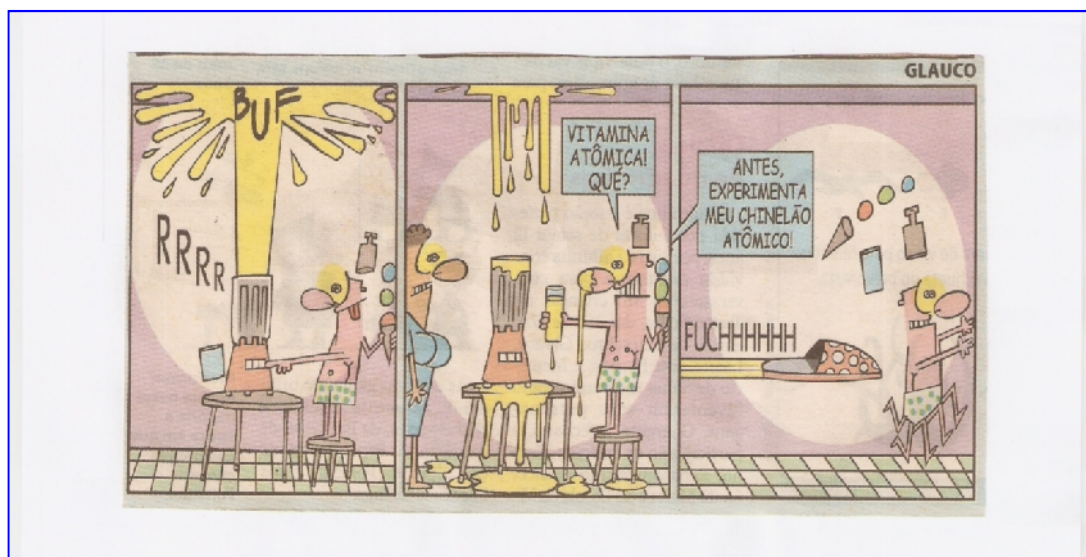


FIGURA 1.4- HQ na Folha de São Paulo

A radioatividade pode ser:

- Radioatividade natural ou espontânea: É a que se manifesta nos elementos radioativos e nos isótopos que se encontram na natureza. Corresponde à desintegração espontânea efetuada por um núcleo instável que se transforma em outro núcleo mais estável de outro elemento, acompanhada de emissão de radiação.
- Radioatividade artificial ou induzida: É aquela que é provocada por transformações nucleares artificiais, geradas por bombardeamento de núcleos estáveis com partículas α , prótons, nêutrons, etc. Por que certos átomos são radioativos (possuem núcleos instáveis) e outros não o são (possuem núcleos estáveis)?

Núcleos com número par de prótons e nêutrons são mais estáveis. Em geral, somente núcleos pesados, $Z > 83$, emitem partículas α . Núcleos ricos em nêutrons (relação n/p é superior a de núcleos estáveis) tendem a reduzir a sua quantidade de nêutrons. Nesse caso, um nêutron decompõe-se e emite um elétron, β^- . Núcleos ricos em prótons (relação n/p é inferior a de núcleos estáveis) tendem a reduzir a sua quantidade de prótons pela decomposição de um próton e emissão de um pósitron, β^+ (ver definição a seguir).

Radiações nucleares ou ionizantes:

As partículas alfa (α) são emitidas diretamente do núcleo do átomo. São núcleos de hélio ionizados que um átomo instável emite ao se desintegrar. Apesar de terem um poder de penetração pequeno, as partículas α causam danos aos tecidos vivos quando inaladas ou ingeridas. Por serem relativamente pesadas e altamente carregadas, a energia de seu impacto com as células pode até arrancar átomos de moléculas.

As partículas beta (β^- e β^+) são outra forma de radiação ionizante, isto é, possuem energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, correspondem a elétrons de alta velocidade ejetados do núcleo (β^-), ou a pósitrons (β^+) que são partículas (ou antipartículas) com a massa de um elétron mas com carga positiva.

A radiação gama (γ) pode ser considerada como sendo um feixe de fótons de energia muito alta; fótons são emitidos por um núcleo quando este descarrega energia, ao decair para um estado de energia mais baixo. É a mais penetrante, podem atravessar edifícios e corpos danificando moléculas de proteínas e DNA.

O fenômeno da radioatividade se deve, enfatizamos, unicamente ao núcleo do átomo, ou seja, é um *fenômeno nuclear*, tema gerador do título desta pesquisa.

O Ensino do Tema Radioatividade
no Brasil : Ontem e Hoje

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto.”

Albert Einstein

2.1- Breve retrospectiva histórica das últimas políticas educacionais no Brasil e no Estado de São Paulo

Nas décadas de 60 e 70, em pleno desenvolvimento industrial, a política educacional vigente priorizou, como finalidade para o ensino médio, a formação de especialistas capazes de dominar a utilização de maquinários ou de dirigir processos de produção. Esta tendência levou o país ,na década de 70 , a lançar a Lei nº 5692/71 , cujo 2º grau tinha dupla função: preparar para o prosseguimento de estudos e habilitar para o exercício de uma profissão técnica.

Uma década se passa ,e a Lei 7044/82 altera a Lei 5692/71, dispensando as escolas da obrigatoriedade da profissionalização, voltando a ênfase à formação geral.

O volume de informações divulgado em decorrência da “revolução informática”, acentuada a partir dos anos 80, promoveu na década de 90 mudanças radicais na área do conhecimento, e colocou novos parâmetros para a formação do cidadão. Propõe-se, então, para o ensino médio, a formação geral, em oposição à formação específica. Em 1999, o Ministério da Educação baseou-se na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9394/96 , para propor um currículo baseado em competências básicas, mais contextualizado e menos compartimentalizado. A reformulação do EM segue os princípios de desenvolvimento de capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, capacidade de aprender, criar, formular; ao invés de simplesmente memorizar.

A nova LDB veio para modificar no cerne a identidade estabelecida para o ensino médio com a Lei 5692/71, que instituiu a obrigatoriedade do ensino profissionalizante. Na nova lei, o EM é considerado como etapa de ‘consolidação e aprofundamento’ dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos (art. 35, inciso I). A preparação para o exercício de profissões técnicas ocorre

concomitantemente ou posteriormente ao EM, o qual deve atender prioritariamente à formação geral do educando.

2.2- O ensino da radioatividade dentro desta retrospectiva histórica

Como sabemos, as metas educacionais mudam de tempos em tempos, de acordo com a política e com as mudanças sociais, incorporando novos valores e necessidades. As mudanças nestas metas acarretam mudanças nos conteúdos a serem ensinados e também nas técnicas de ensino.

A 2ª edição (1982) da proposta curricular de química para o segundo grau (a 1ª ed. é de 1973), do estado de São Paulo, propõe para:

<p>A parte de Educação Geral do currículo de 1ª e 2ª séries do núcleo comum (da formação profissionalizante básica; setor terciário e habilitação específica de 2º grau para o magistério : não há o conteúdo de radioatividade na proposta .</p>	<p>As 2ª e 3ª séries dos setores primário e secundário da formação profissionalizante básica: item 2. Átomos e Ligações 2.2. Radioatividade 2.2.1. tipos de radiações 2.2.2. reações nucleares 2.2.3. radioatividade natural e artificial .</p>
--	---

QUADRO 2.1- O tema radioatividade na proposta curricular de Química-SP, a partir de 1973.

A proposta curricular de Física para o 2º grau, 1986, não contempla o ensino do conteúdo de radioatividade.

Encontramos o tema “Energia Nuclear” simultaneamente nas disciplinas de Química e Física, pela primeira vez, na proposta estadual de ensino para a 3ª série do EM de 1992 , embora nesta proposta , este estudo apareça apenas como sugestão para um trabalho complementar do curso de Física , cujos objetivos

são: incorporar na prática de ensino novos conteúdos , ausentes da prática vigente até então; ampliar os conhecimentos e relacionar os conteúdos com elementos decorrentes do desenvolvimento tecnológico.

Proposta curricular para a 3ª série do ensino médio (1992):

Física	Química
<p>Unidade IV : Características e propriedades da luz visível .</p> <p>Tema proposto para trabalho interdisciplinar : Energia nuclear :</p> <ul style="list-style-type: none"> - conceitos relativos a energia nuclear - radiatividade natural e artificial - utilização da energia nuclear pelo homem - interações das radiações nucleares e os organismos vivos. 	<p>Unidade VI : Transformações químicas e energia.</p> <p>Item 6.3 : Energia nuclear :</p> <ul style="list-style-type: none"> - histórico - emissões radiativas - reações nucleares - fissão e fusão nuclear

QUADRO 2.2- Propostas curriculares de Química e Física. Baseado nas propostas curriculares de Química, p.26 e 27; e de Física, p.36 a 38, 1992.

2.3 - As propostas atuais

2.3.1- O ensino de Química e os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM)

VYGOTSKY (1997), citado nas orientações curriculares para o EM, defende que é na adolescência que se constitui a capacidade do pensamento conceitual, isto é, a plena capacidade para o pensamento abstrato ou a consciência do próprio conhecimento. Isso também é expresso no PCNEM:

[...] mais amplamente integrado à vida comunitária, o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar. (Brasil, 1999, p.207)

Segundo os PCN+ (Brasil, 2002.p.87): [...] a Química pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania[...]. O aprendizado de Química no Ensino Médio deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção do conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Nesse contexto de uma proposta educacional voltada à formação do cidadão crítico e atuante, o papel do ensino de química é assegurar que o aluno ao lidar com os conteúdos químicos, compreenda como os conceitos, princípios, teorias e leis foram produzidos, e analise criticamente como esses conhecimentos são aplicados na sociedade.

2.3.2- O ensino da radioatividade e os PCN

A proposta curricular nacional para o ensino de Química contida nos PCNEM leva em conta a vivência pessoal dos alunos e a interação da sociedade com o mundo, evidenciando como a ciência e a tecnologia interferem na produção, na cultura e no ambiente.

Para a Química, são propostos nove temas estruturadores do conteúdo, onde se sugere a busca do conhecimento químico a partir de situações problemáticas reais, a fim de compreendê-las e solucioná-las, fazendo com que o aluno construa e utilize o seu conhecimento.

Destes nove temas, o segundo tem como unidade temática, 'Primeiras idéias ou modelos sobre a constituição da matéria', onde encontramos o modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a

desintegração radioativa - que deveria ser apresentado na 1ª série do ensino médio. Neste primeiro contato com o conteúdo de radioatividade, espera-se que o aluno compreenda o experimento de Rutherford e as conclusões daí resultantes para o entendimento da natureza elétrica da matéria e do modelo atômico então proposto.

No terceiro tema: Energia e transformação química, sugerido para a 1ª ou 2ª série, temos o estudo da energia nuclear, também uma unidade temática da física, como veremos a seguir. Uma das unidades temáticas em Energia e transformação química é 'Produção e consumo de energia nuclear' onde encontramos como conteúdos específicos: os processos de fusão e fissão nucleares; as transformações nucleares como fonte de energia. Os conhecimentos químicos e habilidades esperados, segundo as Orientações Curriculares do Ensino Médio do MEC – são a compreensão e representação dos códigos, dos símbolos e das expressões próprios das transformações químicas e nucleares e a identificação de produção de energia térmica e elétrica em transformações químicas e nucleares (fissão e fusão).

O assunto radioatividade seria revisto e aprofundado articulando-se o tema nove, que é sobre modelos quânticos e propriedades químicas, com os estudos sobre matéria e radiação propostos para o terceiro ano de Física.

Organizando as unidades temáticas para a 3ª série do EM em Química e Física em quadros com as competências esperadas :

Química : Tema 9 : Modelos quânticos e propriedades química

Unidade temática : constituição nuclear e propriedades físico-químicas
Conteúdo : núcleo atômico ; interações nucleares; isótopos; radiações e energia nuclear
Conhecimentos, habilidades e valores: <ul style="list-style-type: none">• Conhecer os modelos de núcleo, constituídos de nêutrons e prótons, identificando suas principais forças de interação.• Interpretar a radiação gama como resultante de transições entre níveis quânticos da energia do núcleo.• Relacionar número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade, assim como relacionar sua composição isotópica natural com a massa usualmente atribuída ao elemento.• Interpretar processos nucleares em usinas de produção de energia elétrica na indústria, agricultura, medicina, ou em artefatos bélicos, em função das interações e radiações nucleares, comparando riscos e benefícios do uso da tecnologia nuclear.

QUADRO 2.3- Dados da unidade temática constituição nuclear e propriedades físico-químicas, contidos nos PCN+, p.10

Física : Tema estruturador 5 : Matéria e radiação

Unidades temáticas	Competências
<p>Radiações e suas interações</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama). * Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano.
<p>Energia nuclear e radioatividade</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos * Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústrias, agricultura ou medicina. * Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção da radiatividade e radiações ionizantes.

QUADRO 2.4- Tema estruturador de Física, contido nos PCN+, p.77 e 78, contemplando o tema radioatividade

2.4 - O ensino da radioatividade dentro da atual Proposta Curricular do estado de São Paulo

O estado de São Paulo com o objetivo de organizar melhor o ensino e acabar com a prática descentralizada, onde cada escola definia o seu currículo, propôs que se unifica-se o currículo em todo o seu território, garantindo a todos uma base comum de conhecimentos e competências . Essa proposta toma como referência curricular as competências, também fundamentais nas Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais , elaborados pelo ministério de educação e cultura . O ensino, então, deixando de basear-se em conteúdos, dá ênfase à competência da leitura e da escrita , mesmo na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual insere-se a Química e a Física.

Dentro desta perspectiva de ensino, muitos conteúdos de Química foram bastante resumidos e alguns simplesmente cortados do currículo. Outros, como por exemplo, o modelo atômico de Rutherford, que eram vistos na 1ª série, foram colocados na 2ª série porque se considera que exigem um alto nível de abstração para o aluno de 1ª série.

E o estudo da radioatividade, onde fica? Analisando-se o material de Química fornecido às escolas de ensino médio (caderno do aluno e caderno do professor), para as 3^{as} séries, encontramos menção ao assunto somente no volume 2 da 2ª série. No texto elaborado sobre as idéias de Rutherford e o átomo nuclear menciona-se a descoberta da radioatividade como um acontecimento fundamental para o surgimento de novos modelos atômicos; e caracteriza-se as partículas alfa e beta sem fazer menção aos raios gama. Para finalizar a atividade ou capítulo, após apresentar a constituição atômica e a definição de isótopos, o material sugere que o aluno faça uma pesquisa sobre a utilização de alguns radioisótopos para ampliação de conhecimentos. As transformações químicas são um conteúdo bem explorado em todas as séries do

ensino médio, mas às transformações nucleares não é dado espaço algum, mesmo quando o assunto é transformações químicas que geram energia.

Felizmente, porém, encontramos na proposta para o 3º bimestre da 3ª série em Física: núcleo atômico e radioatividade. E no caderno do aluno temos dentro do estudo dos fenômenos nucleares: formação e estabilidade nuclear; decaimento nuclear e famílias radioativas; radioisótopos e diagnósticos em medicina. No caderno do 2º bimestre da mesma série, que trata da geração de energia elétrica, há apenas uma questão que pede ao aluno para enumerar as vantagens e desvantagens de uma usina nuclear em comparação com outros tipos de usinas.

2.5- Os Jogos e os PCN

Conforme os PCN (Brasil,2000, p.52), há uma unanimidade, entre educadores para as Ciências e a Matemática, da necessidade de se adotarem métodos de aprendizado ativo e interativo. O professor e a escola podem contribuir para o complexo processo de elaboração pessoal e de aprendizado do aluno criando situações em que ele é instigado ou desafiado a participar e questionar; valorizando as atividades coletivas que propiciem a discussão e a elaboração conjunta de idéias e de práticas; “desenvolvendo atividades lúdicas, nos quais o aluno deve se sentir desafiado pelo jogo do conhecimento e não somente pelos outros participantes” (grifo nosso). O recurso dos jogos é encontrado particularmente nos PCN de Matemática como uma forma atrativa de propor problemas e favorecer a criatividade na elaboração de estratégias e buscas de soluções.

Além disso, encontramos a idéia de que a participação em jogos de grupo representa uma conquista cognitiva, emocional, moral e social para o estudante, contribuindo para a formação de atitudes, e um estímulo para o desenvolvimento de suas competências.

Dentro desse modelo de aprendizagem proposto que reconhece a participação construtiva do aluno no processo, e, além disso, visa a formação do aluno-cidadão, os jogos funcionam como um meio concretizador das orientações contidas nos PCN uma vez que faz a ponte entre o aluno e o objeto a ser conhecido, viabilizando, através da multidisciplinaridade, a construção de significados sobre os conteúdos das disciplinas, inclusive os temas transversais (meio ambiente , etc.).

Fundamentação Teórica:
Brincar,
Jogar e
Aprender...

“ Não é a seriedade, mas a brincadeira, a curiosidade, a exploração gratuita – fatores de criação e invenção – que constituem os fundamentos dos mitos, dos ritos da vida em sociedade e da própria ciência.”

Martine Mauriras-Bousquet (1991)

3.1 - Introdução

É interessante notar que, de alguma forma, todos os animais brincam, e esta capacidade não depende de haver um objeto de brincar, como uma bola, por exemplo. Quem não gosta de assistir a cães brincando entre si, ou, pulando e correndo nas (ou das) ondas do mar? Certa vez me surpreendi vendo a alegria com que vacas inclusas, durante o rigoroso inverno europeu, corriam e brincavam pelo campo ao serem soltas. Ritual que se repetia todo ano na primavera. Sabe-se que as espécies capazes de brincar são as que souberam adaptar-se aos climas mais diversos e tiveram aumentadas as suas chances de sobrevivência. Obviamente, lembramos, que a espécie humana é uma dessas.

Sendo assim, o brincar e o jogar (em algumas das principais línguas européias os dois verbos tem o mesmo significado) são atividades mais antigas do que a cultura , e tão antiga quanto o surgimento da fala e da linguagem . Sobre esta última capacidade, escreveu HUIZINGA (1872-1945), historiador da cultura: [...] “ brincando com essa maravilhosa faculdade de distinguir, definir e constatar as coisas , é como se o espírito estivesse constantemente saltando entre a matéria e as coisas pensadas”. Diz ainda o autor: “Por detrás de toda expressão abstrata se oculta uma metáfora, e toda metáfora é jogo de palavras. Assim, ao dar expressão à vida, o homem cria um outro mundo, poético, ao lado do da natureza .

Resumindo, no pensamento de Celso ANTUNES,

“Todo jogo verdadeiro é uma metáfora da vida”.

Dentre as muitas origens e definições para a palavra jogo, incorporada em tantas culturas como em diferentes línguas, destacamos o substantivo masculino de origem latina *jocus* que significa gracejo, brincadeira.

Talvez porque os jogos tenham principalmente a finalidade de divertir e entreter é que o vocábulo tomou o lugar de *ludus* , *jogo* .

3.2 - Evolução da noção de jogo

A idéia de jogo que se faz atualmente na sociedade ocidental, como uma dimensão essencial do homem, segundo a antropologia filosófica, foi construída historicamente, e difere da imagem que prevaleceu até o século XVII, de uma atividade infantil e sem importância, associada aos prazeres do corpo e não digna de “homens de bem”. Tomás de Aquino (século XIII), baseou-se em Aristóteles para considerar o jogo como “um repouso para o espírito”. Essa concepção ‘sadia’ de jogo, como repouso da atividade, opunha-se aos seus outros usos, como nos jogos de azar e a dinheiro, que eram condenados e representavam uma ameaça de subversão da escala de valores.

[...] Deve-se, antes, recorrer aos jogos durante nosso labor (pois aquele que sofre precisa repousar e o jogo visa ao repouso, enquanto o labor é acompanhado pela fadiga e esforço), por isso é preciso introduzir os jogos na educação, recorrendo a eles no momento oportuno [...].

Aristóteles, Politiques, VIII

O filósofo e matemático LEIBNIZ (1646-1716) atento aos problemas matemáticos ligados aos jogos de azar, como o cálculo de probabilidades, foi bom representante de uma nova concepção de jogo, ligada ao interesse científico. Ele escreveu que “seria desejável que se tivesse um curso inteiro de jogos, tratados matematicamente. Leibniz interessou-se também pelos jogos de estratégia como o xadrez. Para Leibniz, os jogos ensinam a pensar, uma vez que impõem um trabalho de estimativa das chances (nos jogos de azar), de análise das estratégias e de cálculos, além do desenvolvimento da atividade de previsão. Todas estas atividades desenvolvidas em um jogo, exercitariam também o espírito e a arte de inventar - “o jogo pressupõe e estimula a atenção, qualidade essencial do espírito inventivo, que só o é porque é primeiro espírito atento.”

Foi ROSSEAU (1712-1778) quem reavaliou o lugar do jogo, associando-o à formação do homem, no momento em que se iniciou a dar uma importância maior à educação das crianças, com a finalidade de preparar o ser humano para conviver com a humanidade. Desta forma, Rosseau condenava o jogo no adulto, considerava-o como “recurso de um desocupado; porém, dizia que para a criança, o jogo é necessário, para que ela aprenda a trabalhar, brincando. E é também necessário para que a criança seja educada, mudando seus ‘maus hábitos’ e associações negativas e espontâneas (como o medo ao escuro) em novos hábitos e associações prazerosas. O que se faz é aproveitar a dinâmica lúdica para fazer a criança assimilar o que queremos que assimile, unindo o agradável ao útil, e, assim, apagando a diferença entre o jogo e o trabalho.

3.3 - Definições de jogo

Segundo HUIZINGA, “jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria, e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.” Para o autor, a seriedade e o trabalho são a antítese e a ausência de jogo. De forma mais resumida, mas semelhante, CAILLOIS, sociólogo e crítico literário (1913-1978) define jogo como uma atividade livre (voluntária), separada (reservada) do resto da existência, de resultado incerto, improdutiva, regrada e fictícia. O autor classifica os jogos como de: 1) competição , onde o que conta são os méritos e habilidades de cada jogador , como por exemplo , no xadrez; 2) sorte, como num jogo de dados ; 3) simulação , imitação de uma segunda realidade, como no teatro ; e 4) vertigem , ou aturdimento, pânico momentâneo causado por velocidades extremas , por exemplo, em aparelhos de parques de diversão.

Incluimos também algumas concepções mais recentes de jogo:

ANTUNES (1998) emprega jogo como um estímulo ao crescimento, como uma “astúcia” em direção ao desenvolvimento cognitivo e aos desafios do viver. Não como uma competição entre pessoas ou grupos que implica em vitória ou derrota.

Para MACEDO e cols. (2005), “O jogo é uma brincadeira que evoluiu. A brincadeira é uma necessidade da criança; o jogo, uma de suas possibilidades à medida que nos tornamos mais velhos. O jogar é o brincar em um contexto de regras e com um objetivo predefinido; é uma brincadeira organizada, com papéis e posições demarcadas.”

Neste trabalho, entendemos que nem todos os jogos são mera distração improdutivo. Quando CAILLOIS menciona o aspecto improdutivo do jogo está querendo dizer que não há formação de riquezas ou bens materiais, e não leva em conta a aquisição de conhecimentos ou desenvolvimento de habilidades por parte do jogador.

O jogo (ou uma atividade lúdica) pode ser uma ferramenta de aprendizagem e produção de conhecimento para aluno e professor, uma vez que este, no mínimo, sente a necessidade de preparar-se para a aula de aplicação do jogo e, como mostra SOARES (2004) , durante essa aplicação , depara-se com um grande número de questionamentos imprevistos por parte dos alunos.

No quesito competição, preferimos a máxima das olimpíadas gregas originais (que parece ter se perdido no tempo): *O importante não é ganhar, mas competir*. Assim, na nossa proposta de jogo, embora haja um grupo “vencedor”, todos os alunos são considerados vencedores uma vez que o processo de aprendizagem parece ser favorecido e enriquecido. Isso acontece porque o aluno compete num ambiente propício para o desenvolvimento e a criação de hipóteses, e, portanto, trabalha com uma ferramenta que gera a reflexão (o jogo).

Numa sociedade onde nossos adolescentes (e, infelizmente, muitos adultos também) são constantemente seduzidos pelo “ter” em detrimento do “ser” e por programas “globais” como BBB em detrimento a programas culturais, qualquer ferramenta de ensino que provoque o mínimo de reflexão que seja, já pode ser vista como um grande avanço .

3.4- Novos enfoques para a aprendizagem

Nos primeiros anos do século XX, a educação focalizava a aquisição das habilidades de letramento: leitura, escrita, e cálculos básicos. Ensinar resumia-se a transmitir, e nesse contexto, o aluno era um agente passivo da aprendizagem, enquanto o professor era um transmissor. A regra geral não era treinar as pessoas para pensar e ler criticamente, para se expressar com clareza e de modo convincente, ou para solucionar problemas complexos de ciências e matemática. Hoje em dia, esse aspecto do letramento avançado é exigido de quase todos, tendo em vista as complexidades da vida contemporânea. As exigências de qualificação para o trabalho aumentaram sensivelmente, ao mercado não interessa mais o trabalhador reprodutivo, mas o que sabe pensar. Consequentemente, alguns setores básicos, como o de construção civil, indústria e petróleo, muitas vezes deixa de contratar por falta de pessoal formado, ou formado inadequadamente (inclusive engenheiros)¹ , gerando bilhões de prejuízos ao país. O professor tem então de estar ciente das novas necessidades do aluno.

“O significado de saber mudou: em vez de ser capaz de lembrar e repetir informações, a pessoa deve ser capaz de encontrá-las e usá-las.”

Herbert Simon- Nobel em Economia

Por outro lado, vivemos (felizmente) uma expansão dos estudos científicos sobre a mente e o cérebro, sobre os processos de pensamento e de

¹ Folha de São Paulo, 20/6/10, caderno B1

aprendizagem; e os pesquisadores estão mais próximos do trabalho do professor em sala de aula, podendo testar e propor aplicações dessas teorias. Porém, muitas vezes o que se vê é somente a coleta de dados junto à escola, que fica depois sem um “feedback” por parte do pesquisador .

É necessário também considerar que de nada adianta o professor estar atualizado em termos de novas metodologias, e ter disposição para trabalhar de forma diferente, se a instituição (seja de ensino fundamental, médio ou superior) onde trabalha: não dispõe de laboratórios de ensino; televisão , vídeos cassetes e Dvds não funcionam adequadamente; a sala de informática passa a maior parte do ano fechada por falta de manutenção; o acervo da biblioteca é da década de 80 (ou antes) com poucas aquisições recentes (tanto no aspecto qualitativo como quantitativo) , o professor tem de tirar do próprio bolso cópias xerox para os alunos, pois , está proibido pela Secretaria de Educação de cobrar do aluno; e principalmente, se o salário que sobra (?) no final do mês não permite que ele compre livros para se reciclar .

Retornando às descobertas na área de ensino-aprendizagem e suas implicações em sala de aula:

MACEDO (1998) propõe dois princípios que devem ser evidenciados:

1º) A aprendizagem deve ser significativa, ou seja , deve levar em conta que, em geral , o indivíduo interessa-se por conhecer objetos que fazem ou tem algum sentido para ele porque podem acrescentar informações a algo previamente conhecido, ou porque aguçam a curiosidade.

2º) Aprender consiste em construir procedimentos, imagens e atitudes em relação a um objeto que foi experimentado num contexto de desafios ou de problemas.

Este último princípio ressalta a importância de valorizar a ação do aluno no processo de aprendizagem.

BRANSFORD e cols. (1999) corroboram com MACEDO acima quando destacam três descobertas:

1^a) Os alunos chegam à sala de aula com idéias pré-concebidas sobre como o mundo funciona. Para que ocorra um ensino efetivo, o professor deve trazer à tona estas pré-concepções e trabalhar com elas para que os alunos possam elaborá-las, contestá-las, e, se for o caso, substituí-las.

Esta é a idéia central da aprendizagem significativa. Segundo POZO et al., “trata-se de um processo no qual o que aprendemos é o produto da informação nova interpretada à luz daquilo que já sabemos. Não basta somente reproduzir informação nova, também é preciso assimilá-la ou integrá-la aos nossos conhecimentos anteriores”.

2^a) Para o desenvolvimento da competência numa área de investigação, os estudantes devem:

(a) possuir uma base sólida de conhecimento fatural (b) entender os fatos e as idéias no contexto do arcabouço conceitual e (c) organizar o conhecimento a fim de facilitar a sua recuperação e aplicação. O papel do professor neste caso é ensinar os assuntos em profundidade, fornecendo muitos exemplos em que o mesmo conceito está em ação e proporcionando uma base sólida de conhecimento.

3^a) O ensino de estratégias metacognitivas pode ajudar os estudantes a assumir o controle da sua própria aprendizagem por meio da definição dos objetivos da aprendizagem e do monitoramento do seu progresso em alcançá-los.

Os cursos de licenciatura deveriam contemplar a aprendizagem para o ensino dessas estratégias, que desenvolvem no aluno a capacidade de aprender sozinho, mas o que se vê é um tratamento muito superficial do assunto.

Sobre a meta-aprendizagem, ou seja, aprender a aprender, diz MOREIRA (2006): "Aprender a aprender significa o estudante perceber que não só o conhecimento humano é construído, mas também que o seu próprio conhecimento é adquirido por um processo de construção."

3.5 - Classificação dos Jogos

GRANDO, 1995, em sua dissertação de mestrado, apresenta uma classificação de jogos que leva em conta a função que o jogo pode assumir num contexto social e didático metodológico:

A) Jogos de azar

São aqueles que dependem apenas da sorte para se vencer o jogo. O jogador não tem como interferir ou alterar na solução. Ele depende das probabilidades para vencer, como no lançamento de dados e nas loterias.

B) Jogos de quebra cabeça

São aqueles em que o jogador pode jogar sozinho e procura descobrir a solução para um problema. Exemplos deste tipo de jogo são os quebra cabeças, charadas, palavras cruzadas, etc.

C) Jogos de estratégias (e/ou jogos de construção de conceitos)

Dependem única e exclusivamente do jogador para vencer, o fator sorte ou aleatoriedade não está presente. O jogador deve elaborar uma estratégia para tentar vencer o jogo, como no xadrez e no jogo de damas.

D) Jogos de fixação de conceitos

Como o nome diz, seu objetivo é fixar conceitos. Muito utilizados nas escolas que propõem o uso de jogos no ensino. Apresentam o seu valor

pedagógico na medida em que substituem, muitas vezes, as listas de exercícios aplicadas pelos professores para que os alunos assimilem os conceitos trabalhados. É, portanto, um jogo utilizado após a introdução do conceito.

E) Jogos computacionais

São os mais modernos e de maior interesse das crianças e jovens na atualidade. São projetados e executados no ambiente computacional.

F) Jogos pedagógicos

Podem ser utilizados durante qualquer etapa do processo ensino aprendizagem. Eles englobam todos os outros tipos acima pois todos apresentam papel fundamental no ensino.

3.6 -Breves considerações sobre o surgimento dos jogos na educação

No Brasil, o levantamento de brincadeiras tradicionais ainda é tímido e as pesquisas na área estão iniciando, então, na falta de estudos históricos sobre a evolução dos jogos educativos por aqui, iniciaremos o nosso levantamento pela sociedade francesa do século XVIII. Até então, eles eram restritos aos príncipes e nobres, mas tornam-se populares como instrumentos de divulgação de idéias, críticas de personagens e doutrinação popular, tendo provavelmente desempenhado papel importante em movimentos que culminaram na revolução francesa.

No início do século XIX, juntamente com o término da revolução francesa, surgem inovações pedagógicas. As escolas passam a colocar em prática princípios de ROSSEAU, PESTALOZZI e FRÖBEL (1782-1852; considerado o pai dos jardins de infância). Com este último, o jogo, entendido simultaneamente como objeto e ação de brincar, passa a fazer parte da educação pré-escolar. A partir daí crescem rapidamente as experiências com jogos

veiculados à história, política, geografia, ciências naturais, gramática e línguas. É dessa época o surgimento dos jogos que utilizam magnetismo.

Após a I Guerra Mundial, surge a preocupação de médicos como Ovídio DECROLY e Maria MONTESSORI, na Bélgica e na Itália, respectivamente, de criar materiais para a educação de crianças deficientes mentais, destinados ao desenvolvimento da percepção, motricidade, e raciocínio. Foi DECROLY quem criou a expressão ‘jogos educativos’, defendeu a permanente interação entre educação e sociedade, e que a escola deveria ser um prolongamento da vida. (GÓES, 2002).

No Brasil, a metodologia de ensino Montessori-Lubienska começou a ser adotada no final dos anos 50 pelas escolas católicas destinadas à elite. Atualmente existe um grande número de pré-escolas montessorianas em vários pontos do país.

A valorização crescente do jogo reflete-se nos anos 60 com o aparecimento de museus na Europa e nos EUA com concepções interativas onde pode-se brincar e divertir-se enquanto aprende-se conceitos científicos. No Brasil, esse processo (de valorização) é mais recente, da década de 80, com o advento das brinquedotecas e o aumento da produção científica sobre o tema; surgiu também nesta década o primeiro museu interativo de ciências brasileiro, o Espaço Ciência Viva da USP. Hoje temos vários museus, em diferentes Estados, que trabalham com esta concepção; e um dos maiores museus da AL e também um dos melhores do mundo, o Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS. Infelizmente, grande parte da população brasileira ainda não tem acesso (alguns são pagos) ou falta interesse e informação de como e quando visitar um museu de ciências. De acordo com uma pesquisa financiada pela FAPESP entre final de 2002 e início de 2003, apenas 4% dos entrevistados havia visitado um museu de ciência e tecnologia ou um centro de ciência e tecnologia no ano anterior.

3.7- Definição e objetivos do jogo pedagógico ou didático

KISHIMOTO define jogo didático como material que exige ações orientadas visando a aquisição ou treino de conteúdos específicos ou de habilidades intelectuais. Ela defende seu uso na escola porque favorece o aprendizado pelo erro, estimulando a exploração e resolução de problemas. Pelo fato de ser livre de pressões e avaliações, o jogo cria um clima adequado para a investigação e a busca de soluções.

Um jogo didático ou pedagógico é desenvolvido em termos gerais com o objetivo de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória, ou seja, uma capacidade cognitiva que possibilita a compreensão e a intervenção do indivíduo nos fenômenos sociais e culturais, ajudando-o a construir conexões (ANTUNES, 1998).

Algumas habilidades que podem ser despertadas pelo jogo didático:

- No ensino fundamental: enumerar, transferir, demonstrar, debater, deduzir, analisar, julgar, interpretar, provar e concluir.
- No ensino médio: refletir, criar, conceituar, interagir, especificar, ajuizar, discriminar, revisar, descobrir, levantar hipóteses.

A utilização de um jogo em sala de aula tem de fazer sentido dentro do currículo, tem de ter uma função, e é bom colocar sinteticamente para os alunos quais são os seus objetivos gerais (em termos de conteúdo específico) antes de partir para a atividade. Como nem todo jogo é um material didático (e os alunos sabem muito bem disso) isso evitará o surgimento de comentários do tipo “isso é para crianças”, ou, “que bom, vamos passar o tempo”.

Um jogo pode ser utilizado para introduzir, revisar ou amadurecer e aprofundar conteúdos. Algumas vezes pode-se trabalhar simultaneamente esses três objetivos em um mesmo jogo, revisando conceitos vistos anteriormente, aprofundando outros e também introduzindo conceitos novos.

De uma maneira geral, jogos requerem tempo para a sua confecção e para a realização de um plano de ação que permita a utilização de todo o seu potencial. Sendo assim, gostaríamos de realçar que os primeiros a produzir conhecimento e aprender são os próprios professores ou futuros professores envolvidos na confecção/uso de um jogo

3.8 - Interesse/crescimento provocado pelos jogos

A cultura gerada pela progressão continuada, onde o aluno já sabe de antemão que dificilmente será reprovado, e que, geralmente, na pior das hipóteses, terá de fazer novamente as disciplinas em que não passou (teoricamente, até três por ano) criou um aluno que termina o ensino fundamental com uma postura descompromissada para com o seu processo de aprendizagem e para com a escola em geral. Além disso, a obrigatoriedade do ensino até os 17 anos, manteve na escola alunos que anteriormente deixariam de estudar ao término do ensino fundamental. Um número considerável desses alunos, ingressam, ou almejam ingressar logo, no mercado de trabalho e, com esse objetivo, e o apoio dos pais, dão uma maior atenção ao trabalho ou a cursos de iniciação ao trabalho como o Patrulheiros, que busca inserir socialmente adolescentes de baixa renda. Estes fatos podem gerar apatia ou indisciplina em sala de aula, e, muitas vezes, o professor não sabe lidar com isso.

“O melhor método do mundo está fadado ao fracasso se não envolver o aprendiz ; a ação do sujeito deve ser valorizada , pois é a partir dela que vão se estabelecer os esquemas de assimilação .”

(Piaget ,apud. Kamii,1980)

Utilizar jogos em contextos educacionais é uma forma de envolver o aluno, provocar e valorizar a sua ação e, uma vez que favorece a aprendizagem, aumentar sua autoestima.

O educador que está atento ao fato de que os adolescentes preferem atuar mais em grupos do que individualmente pode e deve organizar situações, jogos, por exemplo, que os estimule a desenvolver-se em pequenos grupos. Em um contexto de atividades com jogos e resolução de situações- problemas ou desafios, os adolescentes tendem a colaborar para um ambiente mais favorável à aprendizagem, cobrando dos próprios colegas uma postura de maior comprometimento e cooperação, ou seja, um ambiente mais disciplinado e produtivo.

Como diz MACEDO, “jogar pode ser uma atividade interessante para motivar os alunos a mobilizarem recursos e superarem desafios, numa situação em que é preciso pensar, planejar e respeitar os limites se quiserem bons resultados”. Não podemos esquecer que o conhecimento é produzido por seres humanos cujos pensamentos e ações não podem ser separados de seus sentimentos (MOREIRA, 2006b). No contexto de jogo, essas três dimensões (agir, pensar e sentir) estão atuando para que haja produção de conhecimento.

Por isso, jogar ajuda também no desenvolvimento de níveis diferentes de experiência pessoal e social, pois o aluno aprende sobre si mesmo (como age e pensa) e sobre as relações sociais relativas ao jogar: competir, cooperar, esperar a sua vez, saber compartilhar uma tarefa ou desafio e as estratégias ou raciocínios para o seu enfrentamento.

Além de propiciar uma melhor relação aluno-aluno, pelo fato de levar a uma compreensão maior de si mesmo e do colega, o jogo também pode ajudar na consolidação do respeito mútuo entre professor e aluno, pois, segundo SOARES (2004) , é rompida a barreira de autoridade que normalmente existe na relação aprendiz/mestre . O professor “solta-se” mais e passa a ser visto como

um facilitador na atividade , interage mais diretamente com o aluno e torna-se mais próximo dele.

Portanto, o jogo pode ajudar a construir relações humanas mais serenas e laços de afetividade mais sólidos (ANTUNES). Os jogos podem também desencadear uma melhora no empenho, na aceitação e cumprimento de regras, e na motivação para enfrentar as tarefas escolares com mais sentido e objetividade.

Para VYGOTSKY esta “organização”, essas atitudes adquiridas no contexto de jogos, podem vir a tornar-se parte do modo de ser da pessoa, estruturando sua ação no dia a dia, ou, seja, podem ser generalizadas para outras situações de sala de aula ou de vida.

Percepção Pública
da Ciência e
Educação Científica

*“A educação é um processo social,
é desenvolvimento. Não é a
preparação para a vida, é a própria
vida.”*

John Dewey

4.1- Percepção pública da ciência

A inclusão deste item no trabalho justifica-se pelo fato de que se quisermos compreender melhor o modo como nossos alunos pensam e agem, temos de lembrar que a sala de aula é um “micro universo dentro do universo”, ou seja, podemos considerar que tudo o que se passa em classe é reflexo do que acontece fora dela, na sociedade. Desta forma, é importante conhecer a imagem e o valor que a população dá à Ciência e à linguagem utilizada por ela.

Entre 2002 e 2003, realizou-se nos países ibero americanos (Argentina, Brasil, Uruguai e Espanha) uma série de estudos investigativos de caráter empírico sobre os aspectos :

a) desenvolvimento institucional da cultura científica; b) relevância de experiências de participação dos cidadãos em questões de Ciência e Tecnologia; c) percepção e consumo de fontes de informação científica; d) percepção do risco associado à Ciência e Tecnologia; e e) imaginário social sobre Ciência e Tecnologia , a imagem social sobre Ciência e Tecnologia e a utilidade da Ciência.

A imagem que prevalece, em média, entre os entrevistados dos quatro países é a seguinte:

- 35,3 % vê a ciência como epopéia de grandes descobertas
- 46,4 % a vê como condição de avanço tecnológico
- 45,4 % considera a ciência como fonte de benefícios para a vida do homem
- 72 % concorda que o desenvolvimento da ciência e tecnologia é o principal motivo da melhoria da qualidade de vida da sociedade

74,3 % (no Brasil ,são 75,9 %) dos entrevistados considera que os benefícios da ciência e tecnologia são maiores do que os efeitos negativos , mas, tem-se a percepção de que ela não está livre de ter consequências negativas ,como os mencionados “perigos de aplicar alguns conhecimentos” e a

“utilização do conhecimento para a guerra” (são 54% e 42,6 %, respectivamente, os brasileiros que entendem que o desenvolvimento da ciência traz problemas para o meio ambiente e para a sociedade).

Em todos os países a grande maioria dos entrevistados (94,5 % em média) assinala a importância de participar em questões de ciência e tecnologia, porém, a porcentagem de pessoas que assinalam ter tido experiências concretas de participação equivale à de uma minoria (7,3 % em média). No Brasil, são 97,5% e 7,4%, respectivamente, que crê ser importante participar e que já participaram efetivamente em situações controversas como resíduos nucleares , transgênicos , contaminação industrial , etc. . A utilidade desta participação é justificada pelo “cuidado com a vida e a saúde” e o principal obstáculo para a participação efetiva é que as pessoas não tem conhecimento suficiente para exercer tal prática. No Brasil são 68% os que alegam não ter conhecimentos suficientes, seguido do desinteresse (46,3%) em participar.

A grande maioria das pessoas (no Brasil , 71 %) consome informação científica apenas ocasionalmente e considera-se pouco ou nada informada sobre ciência e tecnologia.

Nas questões que tentam captar a representação da ciência em relação com a sociedade e a vida cotidiana, chama a atenção a indicação de que ela não é considerada um domínio exclusivo de mentes superdotadas. A maior parte dos brasileiros (64,8%), e 53,4 % em média dos entrevistados , discorda da afirmação de que "o mundo da ciência não pode ser compreendido pelas pessoas comuns". A respeito da compreensão sobre conteúdos do conhecimento científico e tecnológico , não existe diferença significativa no conhecimento de questões mais intimamente relacionadas à vida diária e as menos relacionadas. Dessa forma , questões que costumam mobilizar ações coletivas e tem alimentado o imaginário social a respeito dos perigos para a

vida cotidiana, como os temas relacionados com a radioatividade, não apresentam níveis de compreensão maiores que os dos temas com menor implicação imediata para o indivíduo e a sociedade.

E, finalmente, é interessante notar que, de onze áreas de pesquisa mais importantes para o país desenvolver num futuro próximo, foram apontadas pelos entrevistados brasileiros em primeiro lugar “medicamentos e novas tecnologias médicas”; em segundo lugar, energia solar; e somente em nono lugar, energia nuclear.

Concluindo, a pesquisa deixa claro que medicina, saúde e meio ambiente são questões prioritárias da sociedade e que, embora para uma boa parte das pessoas comuns o conhecimento científico pode ser de difícil acesso e até mesmo incompreensível, ele está integrado na sociedade como componente útil da cultura por meio dos benefícios trazidos por sua aplicação.

4.2 - Alfabetização/ Cultura Científica

CHASSOT considera a alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres o entendimento do mundo onde vivem, e alfabetizado cientificamente quem sabe “ler” a linguagem em que está escrita a natureza (grifo nosso).

Os resultados da pesquisa sobre percepção pública da ciência, resumidos na seção anterior, mostram que existe uma grande dependência da sociedade com relação ao uso da ciência e da tecnologia, e que há um número considerável de pessoas que dão importância à participação da sociedade em situações polêmicas envolvendo ciência e tecnologia, mas que pessoalmente não o fazem por considerarem-se possuidores de conhecimentos insuficientes para tal. Mais preocupante, porém, é a quantidade de brasileiros desinteressados em participar de questões de ciência e tecnologia, e,

provavelmente, também desinteressados em saber mais sobre o assunto (46,3%).

Se levarmos em conta que o Brasil encontra-se entre as últimas posições nas avaliações internacionais de leitura, matemática e ciências² e que um grande número de pessoas consideradas alfabetizadas não dominam a leitura, a escrita e a matemática básica em nosso país, fica mais fácil de compreender os dados acima e perceber o imenso desafio que é tornar uma pessoa alfabetizada cientificamente e um cidadão crítico com poder de exercer plenamente a sua cidadania.

Hoje em dia é indiscutível a necessidade de alfabetização na língua materna e em matemática, porém, falar-se em educação científica é menos usual, mas não menos importante do que as duas formas de alfabetização anteriores. Nos dias de hoje, o analfabetismo científico e tecnológico é muito mais perigoso do que em épocas anteriores; é perigoso que as pessoas ignorem o que significa a contaminação atmosférica, o aquecimento global, o desaparecimento de espécies, os problemas associados ao uso das diferentes fontes de energia, ao tratamento de doenças, etc.. Como poderão tomar decisões, influenciar na política de seus países, se desconhecem estes e muitos outros problemas, e seu impacto no futuro? Nossos alunos estão preparados para tomar decisões bem informadas na vida? Dessa forma, a alfabetização científica é uma necessidade para todos, e não pode ficar restrita apenas aos que estão diretamente ligados à ciência (cientistas e etc.), devendo contribuir não só para informar, mas para desenvolver a capacidade crítica e preparar o cidadão a tomar decisões com consciência do seu papel na sociedade.

Segundo CHASSOT, nós professore(a)s de Ciências, temos a responsabilidade de: “procurar que nossos alunos e alunas se tornem, com o ensino que fazemos, homens e mulheres mais críticos. [...] e possam tornar-se agentes de transformações- para a melhor- do mundo em que vivemos.”

² Programa internacional de avaliação de alunos (PISA)

Uma pessoa alfabetizada que sabe ler e escrever e também cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita é uma pessoa letrada (Magda Soares, 1998; segundo SANTOS, 2007) e embora o significado de alfabetização seja restrito ao primeiro caso, ou seja, saber ler e escrever, de maneira geral, quando se fala em alfabetização científica, quer-se englobar também a idéia de letramento. Neste sentido, é o que fazem implicitamente CHASSOT e outros autores quando se referem à alfabetização científica. Não concordando com este ponto de vista, SANTOS (2007) considera que é alfabetizado cientificamente quem tem apenas o domínio da linguagem científica e letrado, quem faz uso dessa linguagem na prática social, o que para o autor é “um mito distante da prática de sala de aula”. Vamos aqui fazer um parêntese para dizer que, pelo menos nas escolas públicas do estado de São Paulo, a prática de contextualizar os conteúdos com a realidade social, econômica, ambiental, ética e etc., foi introduzida em 2008 para toda a rede pelo governo estadual através da SEE com os conhecidos cadernos do professor, e posteriormente, os cadernos do aluno. Apesar de ser um material muito bom para se trabalhar cidadania junto com conteúdos disciplinares, seguindo recomendações dos PCN, há resistência por parte tanto de professores como de alunos, estes principalmente por estarem acostumados com a cultura da cópia, e acharem que o professor deve passar tudo pronto na lousa, quando na verdade o trabalho de pesquisar, buscar informações nos textos, gráficos e tabelas e analisá-las deve ser do aluno, com a *orientação* do professor. Há, por outro lado, professores que, ou por acharem mais fácil e menos trabalhoso, ou por questão de tempo, preferem dar tudo pronto na mão do aluno.

Um significado mais amplo que tem sido atribuído à alfabetização/letramento é o cultural.

VOGT faz distinção entre alfabetização científica e cultura científica, estando a primeira mais centrada no indivíduo, como um processo pessoal, e a segunda relacionada com as instituições, aos interesses coletivos e

à participação da sociedade, o que englobaria o fenômeno da divulgação ou popularização da ciência e também a sua percepção pela sociedade.

Outros autores, como DRIVER e MORTIMER, também preferem o termo cultura científica a alfabetização científica. MORTIMER (2000) usa a palavra “enculturação” adaptada do inglês *enculturation* (DRIVER et al, 1994) para exprimir o processo pelo qual uma pessoa entra numa cultura diferente da sua, adquirindo os conceitos, as linguagens e certas práticas da cultura científica. Segundo DRIVER e cols. (1994), aprender ciências é ser introduzido em uma outra cultura, é um processo de enculturação, que contribui para interpretar o contexto social, histórico e político no qual estamos inseridos.

Neste processo de enculturação, a interpretação dos fenômenos com que as crianças e jovens se deparam no dia a dia, é feita a partir de esquemas prévios de conhecimento que estão fortemente apoiados pela experiência pessoal e pela socialização em uma visão de senso comum. Portanto, as idéias informais não são apenas visões pessoais do mundo, mas refletem uma visão comum, representada por uma linguagem compartilhada, que constitui o senso comum, uma forma socialmente construída de descrever e explicar o mundo.

Uma vez que “a Ciência é parte da cultura de nosso tempo” (SERRES, segundo CHASSOT, 2003b) e a construção do conhecimento não se dá apenas individualmente, mas também socialmente; na perspectiva de ensino como enculturação, o papel das aulas de ciências ou de química, física, biologia é introduzir o aluno na cultura científica, uma cultura que tem história, métodos de trabalho e estruturas conceituais complexas, e o papel do professor é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os alunos.

Concluindo, diremos que para a esperada participação democrática da sociedade no mundo moderno acontecer, deve incluir além de acesso para todos, das conquistas da ciência, um nível melhor de conhecimento e compreensão da mesma.

HENRIKSEN e FROYLAND(2000), citados por VOGT, propuseram quatro argumentos básicos para promover o desenvolvimento da cultura científica:

- Argumento pragmático: As pessoas precisam de uma compreensão da ciência e (mais ainda) da tecnologia para saber como atuar na vida cotidiana, numa sociedade cada vez mais dependente do desenvolvimento científico e tecnológico.
- Argumento democrático (cívico): As pessoas precisam compreender a ciência para relacionar-se com os temas complexos da pesquisa científica com que se defrontam os cidadãos das democracias modernas.
- Argumento cultural: A ciência constitui parte da herança cultural exerce influência profunda sobre a visão do mundo e do lugar da humanidade nele. A ciência é necessária para a compreensão da cultura. O conhecimento dos objetos e fenômenos do mundo que nos rodeia é um recurso para a satisfação e a plenitude dos indivíduos.
- Argumento econômico (profissional): É necessário contar com uma força de trabalho com suficiente cultura científica para uma sólida e florescente economia na maioria dos países.

4.3- O papel da linguagem na educação científica

Retornando aos resultados da Pesquisa de Percepção Pública da Ciência, temos ainda que considerar que é grande a porcentagem de brasileiros (35,2%) que concordam com a frase “ o mundo da ciência não pode ser compreendido pelas pessoas comuns ”, e que entre os quatro países pesquisados, a maior taxa dos que acham que “os cientistas sempre usam uma linguagem complicada e de difícil compreensão” é nossa (35,8% dos

entrevistados). E, também é interessante colocar, que são por volta de 30% os que acham que os jornais e revistas não divulgam satisfatoriamente as descobertas científicas e tecnológicas, sendo que a maioria destes justificam a insatisfação pela incompreensão da matéria. No entanto, quando se afirma que “ a maioria das pessoas é capaz de entender o conhecimento científico se ele for bem explicado ”, apenas 6% discordam totalmente e 10% discorda em parte.

Estes dados nos indicam que a divulgação científica não está sendo feita de maneira suficientemente clara, que a linguagem utilizada não é adequada para um grande número de pessoas e precisa ser modificada. Conhecer e utilizar diferentes formas de trocar informações infelizmente ainda é um grande desafio para a sociedade e, em especial, para a educação, mesmo na era da informática e de todos os recursos disponíveis.

A Ciência, e , especialmente a Química, possui uma linguagem hermética e esotérica(CHASSOT, 2003a) que tem origem na antiga associação desta ciência com a alquimia, com as ciências ocultas; e com a forte influência repressora que essas práticas desencadearam por parte da Igreja. Esta linguagem distante do público em geral, envolve conceitos abstratos que não estão diretamente ligados ao dia a dia do aluno: átomo, molécula, íon, elétron, ligação química, mol, etc. Outras palavras utilizadas nas aulas de química, como solução, propriedade, partícula e equilíbrio, possuem significados totalmente diferentes daqueles empregados no dia a dia. Assim, nem sempre o que o professor fala é compreendido e a linguagem ao invés de ser um fator de inclusão, acaba sendo um fator de exclusão social. Chassot defende a idéia de que para ampliarmos as possibilidades de acesso à Ciência, “devemos deixar de lado o esoterismo e migrar para o exoterismo” .³

De acordo com VYGOTSKY(1991), que estudou as relações entre a linguagem e o pensamento, a linguagem é de fundamental importância na elaboração conceitual, e , conseqüentemente, para a compreensão de um

³ O autor faz algumas propostas no livro “Para que(m) é útil o ensino?”, Editora da Ulbra.

conceito. Para ele, o papel da linguagem não é meramente o de comunicar idéias, mas também o de agente de abstração e generalização.

Nesta perspectiva, a linguagem não faz só o papel de instrumento da elaboração conceitual, ou mediadora entre o sujeito (aluno) e o conceito, como normalmente a concebemos. Ela assume um papel mais amplo, integrante da elaboração conceitual.

Além disso, a linguagem não é uma via de mão única e nem possui significado estável; pois, se assim fosse, teríamos um ensino tradicional do tipo professor-transmissor e aluno-receptor de conhecimento.

As palavras são formações dinâmicas e seu significado evolui, elas admitem a pluralidade de sentido. Para que a linguagem cumpra o seu papel, mais uma vez faz-se necessária a interação entre os sujeitos do processo ensino-aprendizagem, ou seja, os alunos devem ser ouvidos, suas concepções devem ser confrontadas e reorganizadas. É fundamental que o professor explicita os significados das palavras que utiliza em suas aulas e que essas aulas sejam local de debate e discussões, para que haja atribuição de significados e construção de conhecimentos por parte do aluno.

E quanto aos meios de comunicação, os que não forem direcionados a um público específico e especializado, como por exemplo, os jornais de grande circulação, deveriam tentar explicar de maneira simplificada, como se faz com as crianças, cada termo não usual ao cidadão comum, que mesmo tendo o ensino médio completo não entende (porque não vivenciou e esqueceu) e/ou não tem tempo para ler tudo, e então, dá preferência ao que lhe parece ser uma leitura mais agradável (como o caderno de esportes, por exemplo).

Na medida do possível, todos os professores, de ciências ou não, tanto de escolas particulares como públicas, deveriam introduzir o hábito de leitura e discussão de artigos de jornais ou revistas desde o ensino fundamental.

O baixo nível de conhecimento científico da população é um alerta para que sejam desenvolvidos projetos e estratégias de comunicação social,

começando pela sala de aula. Atualmente, muitas escolas da rede estadual tem recebido jornais diários e revistas semanais ou quinzenais. Mas, e o professor, tem tempo para lê-los ? Como faz para disponibilizar cópias para os alunos ? Há também na tv muitos programas de cunho científico que ainda fazem sucesso entre crianças e adolescentes, e que não estão disponíveis nas escolas. Por que não disponibilizar, por exemplo, para cada unidade escolar os vídeos do “Mundo de Beckham” ou montar um projeto brasileiro similar? Este é o tipo de estratégia, que motiva, desperta o interesse e, se for bem trabalhada, permite que o aluno aprenda por curiosidade e por prazer. Nas cidades onde não há museu de ciências, por que não repassar verbas para que, pelo menos uma vez por ano, a escola possa contratar transporte e levar uma ou mais turmas?

Normalmente, esta última questão é resolvida através de parcerias com prefeituras que cedem ônibus, e universidades que dispõem de verbas de projetos.

No próximo capítulo veremos com maior profundidade uma proposta de modificação curricular que leva em conta os aspectos sociais relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico através de abordagens interdisciplinares- o movimento CTS.

A Educação em Ciência
Tecnologia e Sociedade (CTS)

“ É inegável a contribuição que a ciência e a tecnologia trouxeram nos últimos anos. Porém, apesar desta constatação, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cegos pelo conforto que nos proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivos técnicos.

Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas. ”

Bazzo, W.A.

5.1- História e Objetivos do movimento CTS

A imagem que temos da ciência-tecnologia foi-se alterando ao longo do século XX, passando da relação com o poder militar, que culminou no lançamento de duas bombas atômicas em território japonês durante a segunda guerra, para a era espacial, às telecomunicações e a relação atual com as modernas tecnologias de informação e comunicação. Assim, também evoluímos desde a descoberta da penicilina e das vacinas, para novas técnicas de diagnóstico clínico, transplantes, e implantes de órgãos artificiais. Mas, por outro lado, temos convivido com vários acidentes industriais e nucleares, com chuva ácida, poluição até nos locais mais reservados do planeta e diminuição na camada de ozônio, o que provocou uma reação social ímpar até então, de desconfiança e temor, e de surgimento de uma consciência crítica em relação a ciência-tecnologia (a partir do final da década de 60).

Esta desconfiança perdurou durante as décadas de 70 e 80 e nós a presenciemos quando estudante do curso de química, fazíamos também militância numa ONG de cunho ambientalista. Na época, causava muita estranheza que uma futura química se interessasse por problemas ambientais. Como resposta a esta nova (e negativa) imagem da ciência/tecnologia, tem-se desenvolvido desde meados dos anos 80 um movimento internacional de reforma do ensino das ciências, a nível de ensino médio , que surgiu em algumas universidades norte americanas e europeias nas décadas de 60 e 70.

O movimento ciência-tecnologia-sociedade desenvolveu-se de formas diferentes nos EUA e na Europa. Nos EUA teve como ponto de partida ativistas como Rachel CARSON (autora do livro Primavera Silenciosa , um manifesto a favor da vida e contra as agressões ao meio ambiente) e desenvolveu-se numa perspectiva mais ativista e política , com caráter mais prático, dando ênfase nos impactos sociais e ambientais dos produtos científicos e tecnológicos . Na Europa, o movimento tomou um rumo mais de investigação

acadêmica , destacando mais o caráter social da ciência-tecnologia (ACEVEDO, VÁSQUEZ e MANASSERO, 2002).

Ao longo de mais de três décadas, o movimento CTS tomou corpo em programas que se organizaram em três pilares:

- (a) na investigação: constituindo uma alternativa à reflexão tradicional da filosofia da ciência, no sentido em que valoriza a atividade científica como prática social;
- (b) na intervenção política: defendendo o controle público da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de organismos democráticos que influenciem as tomadas de decisão;
- (c) na educação: especulando sobre uma nova imagem da ciência e da tecnologia , com a apresentação de projetos e materiais CTS para o ensino universitário e secundário (médio), (CERESO,1998; OSÓRIO, 2002).

Este importante campo de investigação em didática de ciências está fortemente consolidado a nível internacional, com muitos países incluindo em seus currículos de educação básica objetivos e conteúdos que contextualizam socialmente o ensino de ciências.

Em décadas anteriores, as preocupações curriculares centravam-se na aquisição de conhecimentos científicos com a finalidade de familiarizar os alunos com as teorias , conceitos e processos científicos . Mas a partir da década de 80 estas tendências mudaram e atualmente se incluem no currículo aspectos que orientam socialmente o ensino de ciências e as relacionam com o aluno (HODSON, 1993; BYBEE et al., 1994 , 1998).

No ensino com abordagem CTS os conceitos e suas inter-relações são veículos para compreender o que nos rodeia, e não um fim em si. Os significados são atribuídos aos conceitos científicos recorrendo à sua contextualização em situações de aplicação.

A maior parte dos projetos e programas CTS em curso apresentam como objetivos essenciais deste movimento na escola :

- 1) Aumentar a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos;
- 2) Motivar os alunos para a aprendizagem da ciência, tornando-a mais próxima dos cidadãos;
- 3) Promover o interesse nas interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade;
- 4) Ajudar os alunos a melhorar o espírito crítico, o pensamento lógico, a resolução de problemas e a tomada de decisão.

Para VILCHES e FURIÓ (1999), uma das possíveis causas de desinteresse dos estudantes pelo estudo das ciências é a falta de conexão entre o que se ensina e o mundo que os rodeia, e a falta de aplicações práticas, ou seja, a ausência de interações CTS. A abordagem CTS para o ensino de ciências parece ser um bom instrumento para promover a alfabetização científica, e incorporar os estudantes ao mundo do trabalho, prepará-los para a vida adulta, onde encontrarão objetos e produtos de progressos científicos e tecnológicos em casa e no trabalho.

Segundo os autores acima, se tem observado a inclusão progressiva de conteúdos CTS em alguns livros do ensino médio, por exemplo, quanto as interações ciência-meio ambiente, as aplicações de muitos conhecimentos científicos e a relação da ciência e tecnologia com a vida cotidiana. Porém, os aspectos relacionados com as tomadas de decisões e a aquisição de consciência crítica ainda são escassos. No Brasil, esta tendência também tem sido observada. O livro didático de química, por exemplo, modernizou-se. Um livro de trinta anos atrás era centrado no conteúdo, não possuía a “seção motivação”, pois não relacionava o conteúdo com o dia a dia do aluno e não apresentava nada de fotos, às vezes um ou outro desenho.

Hoje, temos livros que se baseiam na leitura e discussão de textos sobre temas atuais, muitas vezes com abordagem CTS paralela a abordagem ambiental, onde o conteúdo químico está inserido. De alguma forma, o livro didático tem presença na sala de aula, mesmo na rede pública, e muitas vezes o

conteúdo e a seqüência utilizada pelo professor do ensino médio são aqueles propostos pelo livro.

Naturalmente, quando se propõe um trabalho com abordagem CTS, espera-se que o professor tenha uma visão interdisciplinar do assunto a ser estudado. Assim, além da química, outras áreas das ciências naturais como física e biologia, e também das ciências sociais (história, economia, política, etc.) estarão presentes. O inconveniente disso é que muitos professores não se envolvem no movimento CTS por terem tido uma formação inicial voltada unicamente para aspectos conteudistas da disciplina. Algumas das dificuldades referidas são:

(a) A formação acadêmica dos professores não é adequada às características interdisciplinares da perspectiva CTS;

(b) O receio que os professores poderão ter de perder a sua identidade de professores de ciências;

(c) A diversidade de conteúdos, de metodologias e de tendências CTS;

(d) A ausência de avaliação da ciência na perspectiva CTS, nos testes e exames nacionais (os autores referem-se a dados espanhóis).

Quanto ao último item, gostaríamos de observar que em nosso país, temos há mais de uma década o ENEM (exame nacional do ensino médio) como exemplo de avaliação geral, e de ciências, com uma tendência à perspectiva CTS, e que tem sido uma revolução no sistema de ingresso ao ensino superior. O ENEM está sendo cada vez mais utilizado como forma de seleção unificada para o ingresso ao ensino superior, complementando a nota do vestibular, que por sua vez, também está mudando e cobrando mais do aluno as questões sociais e ambientais decorrentes da Ciência e da Tecnologia.

VÁSQUEZ, ACEVEDO e MANASSERO (2001) traçam o perfil e o papel do professor que trabalha eficazmente numa abordagem CTS:

- Dedicar tempo tanto a planejar os processos de ensino-aprendizagem e a programação de aula, quanto a avaliar o ensino para melhorá-lo
- Proporciona um ambiente intelectualmente estimulante e acolhedor
- Tem altas expectativas de si mesmo e dos alunos, sendo capaz de motivar e apoiar as iniciativas deles
- Faz e estimula perguntas desafiadoras sobre os temas e especialmente sobre a vida diária e o que se aprendeu
- É um pesquisador permanente: leitor informado, curioso, aberto a novidades
- Enfatiza a importância da cultura científica e a sua aplicação à vida diária
- Não perde oportunidades de aprender, inclusive com seus colegas e alunos, flexibilizando o currículo e horários
- Sua aula é aberta: o aluno aprende fora da sala de aula e o mundo exterior entra na aula
- Dedicar todo o tempo necessário para finalizar os projetos iniciados

QUADRO 5.1- Perfil e papel do professor que trabalha eficazmente numa abordagem CTS

5.2 - Ensino de química e abordagem CTS

“ Devemos ensinar química para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”.

Attico Inácio Chassot

A estrutura curricular do ensino de química para formar o cidadão é muito diferente da atual estrutura dos cursos de química do nível médio. Na estrutura usual até aqui, os tópicos são abordados de maneira isolada, sem vínculo com os assuntos anteriores e na divisão clássica: química geral, físico-química e química orgânica, havendo nenhuma ou pouca articulação entre os níveis macroscópicos e microscópicos. O estudo das substâncias inicia-se não raro, pelo estudo da sua natureza elementar e até há pouco tempo no estudo de sua constituição, era adotado o modelo atômico orbital, considerado muito complexo por pesquisadores da área de educação química.

Os programas atuais estão menos carregados em conteúdos. Os tópicos químicos fundamentais giram em torno do estudo das substâncias, de suas propriedades (as substâncias são inicialmente abordadas macroscopicamente pela caracterização de suas propriedades físicas), da constituição e transformações químicas. Os conceitos básicos estão sempre vinculados ao conceito central de transformação química. Conceitos e conteúdos não devem ter um fim em si mesmos, mas serem trabalhados a partir de idéias gerais que lhes dêem um contexto. É fundamental que o aluno compreenda adequadamente os conceitos químicos que são básicos para o cidadão em vez de ter um estudo amplo de vários conceitos sem a sua devida compreensão (SANTOS e SCHNETZLER, 2003).

Na pesquisa realizada por SANTOS W.(2008) com educadores químicos brasileiros, estes apontaram como objetivos do ensino de química para formar o cidadão:

1. Desenvolver a capacidade de participar ,de tomar decisões criticamente;
2. Compreender os processos químicos relacionados com a vida cotidiana;
3. Avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da química;
4. Compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico;
5. Compreender a realidade social em que está inserido para que possa transformá-la.

5.3- A radioatividade nos temas sociais da abordagem CTS em química

A abordagem CTS procura organizar o ensino da química em torno de assuntos e temas científicos com implicações sociais, dando mais importância ao processo de aprendizagem do que ao produto.

A inclusão destes temas é justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, além de propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão do aluno.

Verificamos que desde o princípio, os cursos de CTS e os projetos de química com características CTS desenvolvidos pelo mundo afora, incluem direta ou indiretamente o tema de materiais radioativos e energia nuclear em seus programas. Podemos citar como exemplos:

(a) BYBEE, 1987 (segundo SANTOS W., 2008), que entre os temas sociais extraídos de consultas a alunos, professores, grupos de educadores, cientistas e engenheiros relaciona, entre outros, a guerra tecnológica, a falta de energia, substâncias perigosas, saúde humana e doença, reatores nucleares.

(b) O projeto americano CHEMCOM (química na comunidade) cujo objetivo “ajudar os alunos a perceberem o papel importante que a química desempenha em sua vida pessoal e profissional (...)” tem como temas química e saúde, química nuclear no nosso mundo, etc.

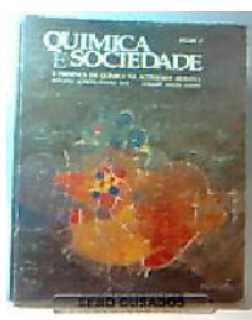
(c) O CEPUP (Programa de ensino de química para entendimento público) americano, que tem como objetivo central “desenvolver nos alunos uma maior conscientização, conhecimento e interpretação acerca dos produtos químicos e como eles interagem nas nossas vidas, trabalha com estabelecimento de limites para a aplicação tecnológica ao bem estar humano, avaliação de risco de aspectos sociais, tecnologias atuais e alternativas para tratamento de resíduos.

(d) No Brasil, os temas químicos sociais mais desenvolvidos, pois propiciam a contextualização do conteúdo com o cotidiano do aluno, estão entre os mais citados na pesquisa desenvolvida por Santos:

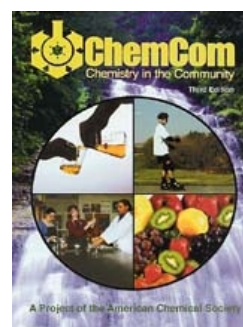
1. Química ambiental; 2. Metais, metalurgia e galvanoplastia; 3. Química dos materiais sintéticos; 4. Recursos energéticos; 5. Alimentos e aditivos químicos; 6. Minerais; 7. Energia nuclear; 8. Medicamentos; 9. Química na agricultura.



Livro elaborado por pesquisadores brasileiros do PEQUIS⁴



Edição portuguesa do Química e Sociedade



A 3ª edição publicada em 1997, atualmente é usado em 20% das escolas nos EUA

FIGURA 5.1- Exemplos de livros desenvolvidos a partir da temática CTS

Os temas sociais objetivam a contextualização do conteúdo químico explicitando o papel social da química, as suas aplicações e implicações e demonstram como o cidadão pode aplicar o conhecimento na sua vida diária. Assim, por exemplo, ao invés de solicitar ao aluno que calcule a vida média de um radioisótopo, será mais relevante se fizer cálculos de vida média de isótopos radioativos em lixo atômico ou em radiofármacos.

Os temas sociais tem também o papel de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, propiciando situações em que os alunos são estimulados a emitir opinião, propor soluções, avaliar custos e benefícios e tomar decisões usando o juízo de valores.

Dispor de noções de radioatividade ajuda o cidadão a se posicionar em relação a problemas como lixo atômico, recursos energéticos, fabricação e

⁴ Projeto de ensino de química e sociedade

uso de medicamentos (radiofármacos) importação e desenvolvimento de tecnologia, entre outros.

5.4- Estratégias de ensino CTS e os Jogos

Na nossa longa experiência em sala de aula (ensino fundamental e médio) temos por diversas vezes utilizado de estratégias e recursos como filmes, palestras com palestrantes convidados, seminários preparados por alunos, debates, análise de artigos de jornais ou revistas, visitas externas, etc.. Estas práticas facilitam discussões na abordagem CTS, porém, como o tempo de aula é muito curto, e, geralmente, muitos de nossos alunos não dispõem de horário extra classe para dedicarem-se a fundo a pesquisar (e a SAI, sala ambiente de informática, via de regra, em grande parte das escolas que a possuem, passa muito tempo, ou praticamente a metade do tempo, em manutenção, pelos mais variados motivos) temos deixado de lado estratégias interessantes como jogos de simulação no computador ou simulações de alunos com desempenho de papéis, como, por exemplo, debates em fóruns, onde um grupo de aluno pode fazer o papel da defesa, outro de acusação, e um terceiro de jurados. Todas as estratégias citadas contribuem para que os alunos desenvolvam atitudes de tomada de decisão, visando à consolidação da cidadania.

Destaca-se aqui um modelo de estratégia de ensino e de atividade para tomada de decisão retirado e adaptado de SANTOS W.L.P., p.84 e 85(2008):

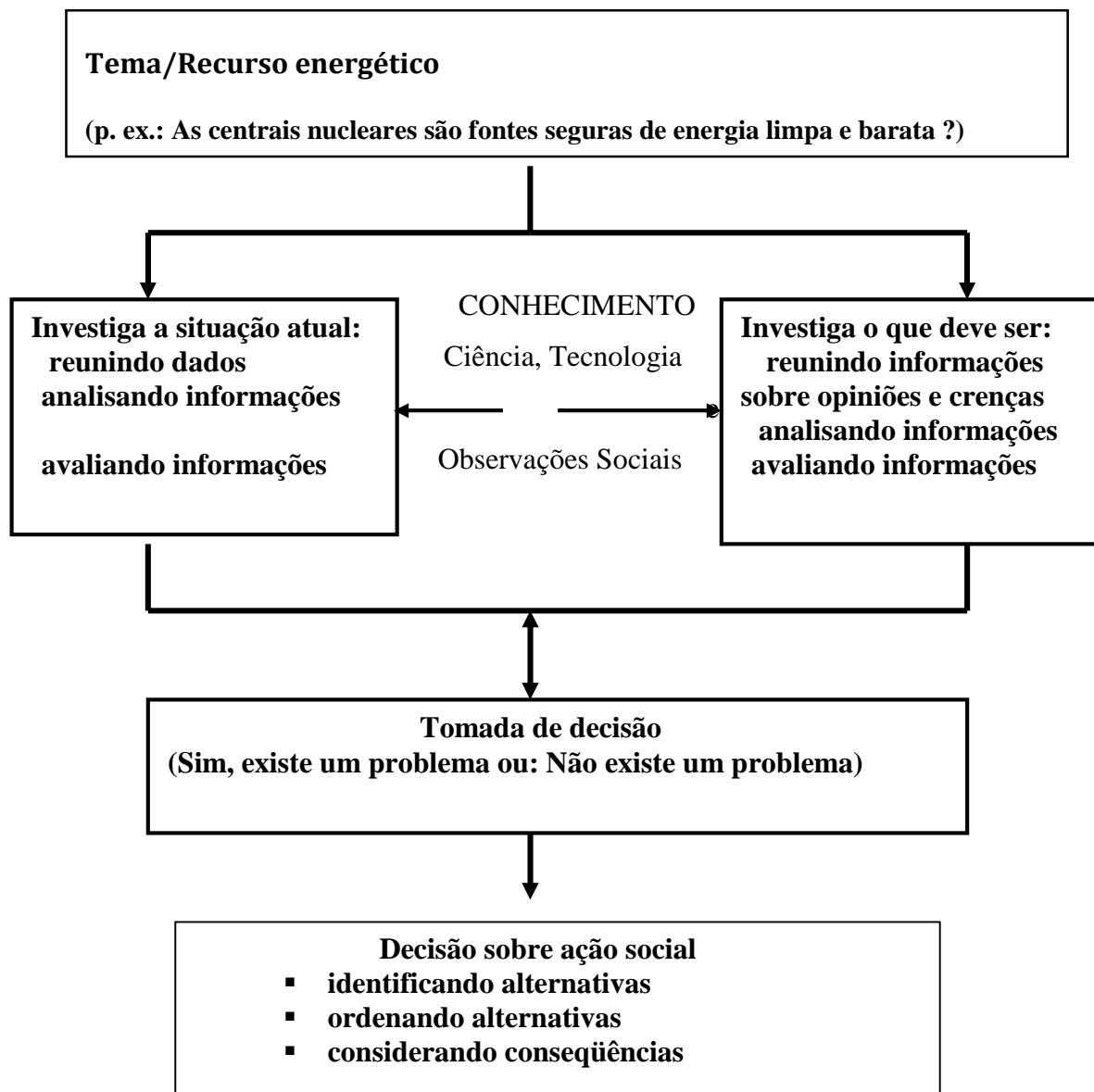


FIGURA 5.2- Estratégias de ensino de temas de CTS

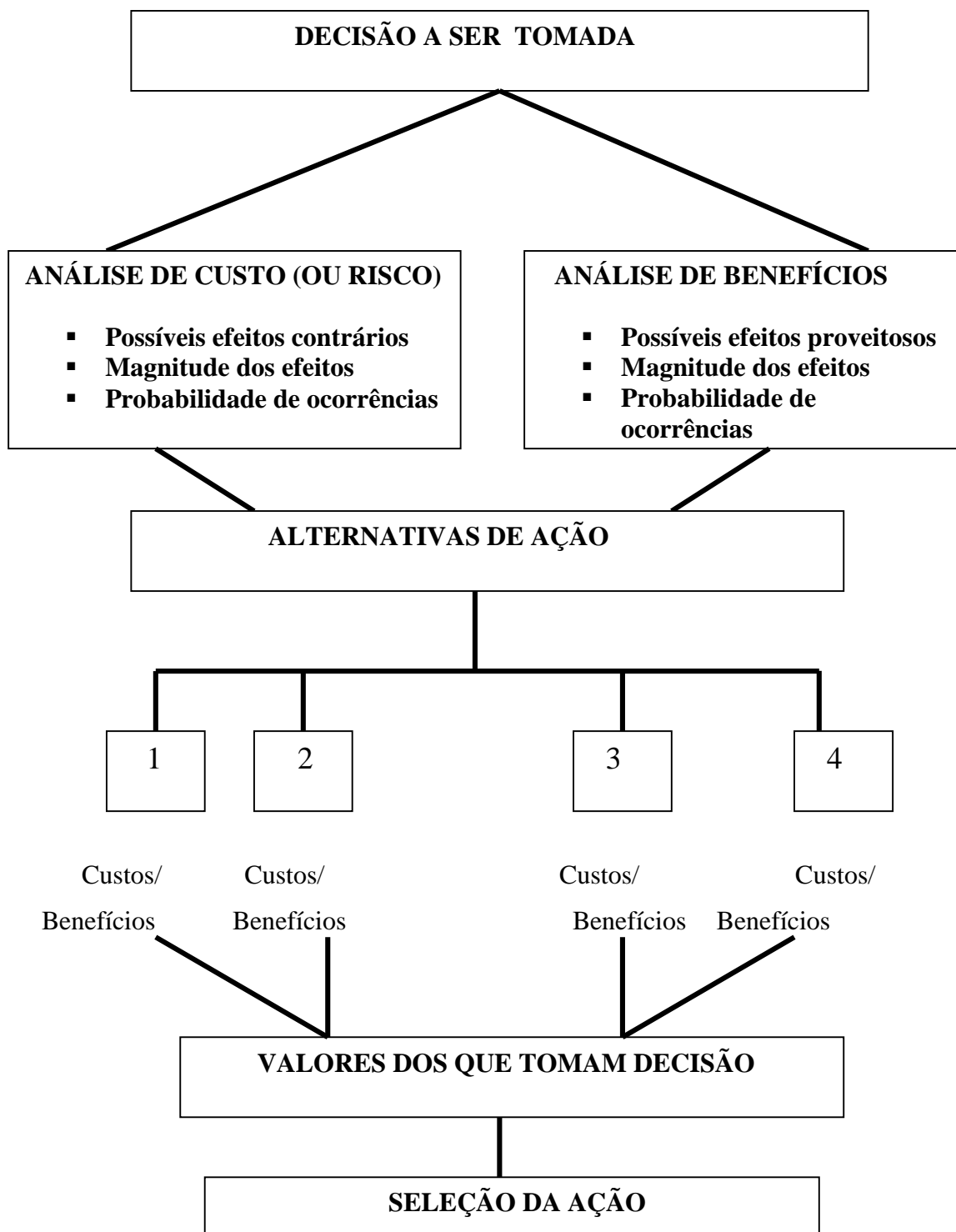


FIGURA 5.3- Modelo de atividades para tomada de decisão

Aplicações dos Radioisótopos e suas Implicações ...

“Faço uma advertência geral a todos— considerem quais são os verdadeiros fins do conhecimento e que não o busquem nem para o prazer da mente, nem para confrontações, nem para a superioridade com relação a outros, nem para o lucro, nem para a fama, nem para o poder, nem para qualquer dessas coisas inferiores, mas sim para o bem e para a vida...[para] gerar ajuda ao homem e uma linhagem e uma raça inventiva que logre, em alguma medida, dominar e superar as necessidades e as misérias da humanidade.”

Francis Bacon, *Instauratio magna* (1620)

Apresentamos aqui uma revisão bibliográfica das principais aplicações de alguns radioisótopos naturais e artificiais na medicina, agricultura, indústria e outros. Foi a partir do resultado deste trabalho de pesquisa, que montamos as cartas do jogo sobre radioatividade, incluindo nestas, um pequeno texto informativo antes da situação-problema proposta aos alunos, o qual, na maioria das vezes, trata de alguma aplicação ou das consequências da exploração irresponsável e o mau uso de alguns radioisótopos e da energia nuclear.

6.1- Aplicações dos Radioisótopos e suas Implicações

Os radioisótopos, ou isótopos radioativos, tem atualmente inimagináveis aplicações em praticamente todas as áreas do conhecimento. São usados na biologia como traçadores em rotas metabólicas (pequenas quantidades de material radioativo para seguir mudanças e determinar posições), ou para determinar, por exemplo, o volume de sangue no corpo de um animal. Em química, servem para acompanhar mecanismos de reação; na geologia para determinar a idade e a fonte de rochas e de lençóis freáticos. Na agricultura são aplicados em melhoramentos genéticos e estudos para aumentar a produtividade dos solos e plantas e para colher mais cedo, levando à economia de adubos e redução da poluição dos solos. Na área de agropecuária, onde se estuda a nutrição animal, os estudos levam a fontes mais eficientes para absorção de nutrientes, resultando numa redução do custo de suplementação alimentar para o gado.

Em medicina nuclear, os radioisótopos tornaram-se importantes para a compreensão da fisiologia e para o diagnóstico e tratamento de muitas doenças. E ainda temos a melhoria da qualidade dos processos industriais, principal aplicação dos radioisótopos na área industrial.

ARGÔNIO: Seus dois radioisótopos mais estáveis , são o Ar-39 e o Ar-42 com meias vidas respectivas de 269 anos e 39,2 anos. Na atmosfera terrestre, o Ar-39 é gerado por bombardeamento de raios cósmicos principalmente a partir do Ar-40. Em locais subterrâneos não expostos, é produzido por captura de nêutron do K-39 e desintegração alfa do cálcio. O Argônio-39 é usado, entre outras aplicações, para a datação de núcleos de gelo e águas subterrâneas.

AMERÍCIO: É um elemento sintético obtido a partir do plutônio em reatores nucleares. Os radioisótopos mais estáveis são o Am-243 com meia-vida de 7370 anos e o Am-241 com meia-vida de 432,2 ano. O Am-241 é empregado em detectores iônicos de fumaça.

Os detectores iônicos de fumaça utilizam uma pastilha de material radioativo, geralmente amerício, no centro de uma placa de metal a um centímetro de distância de outra placa metálica. As partículas alfa emitidas pelo amerício produzem íons ao colidirem com as moléculas do ar . As placas de metal, eletricamente carregadas por uma bateria , atraem os íons formados, gerando uma corrente elétrica, e , se houver fumaça , essa corrente é reduzida, disparando um alarme. O Am-241 é utilizado também como fonte de raios gama e nêutrons que podem ser usados em radiografia. Na indústria de bebidas ,as fontes de Am-241 garantem que as latinhas de cervejas e refrigerantes sejam comercializadas com o nível correto (ver também césio). O elemento foi empregado também para calibrar a espessura de vidros, permitindo a obtenção de vidros bastante planos .

ACTÍNIO: O isótopo radioativo Ac-227 é o único que se encontra na natureza e é o mais estável entre os trinta isótopos identificados com uma meia-vida de 21,773 anos, seguido do Ac-225 (10 dias) e o Ac-226 (29,37 horas). É uma fonte útil de nêutrons. Além disso, não tem aplicações industriais significativas. O Ac-225 é empregado em medicina na produção de bismuto-213 para radioterapia.

CALIFÓRNIO: É um elemento sintético e seus radioisótopos mais estáveis são Cf-251 com uma meia-vida de 898 anos, Cf-249 com uma meia-vida de 351 anos, e Cf-250 com uma meia-vida de 13 anos. O Califórnio não tem utilização significativa pela dificuldade de ser obtido . Três de suas poucas aplicações são:

* usado para encontrar camadas de água e de óleo em poços de petróleo.

* como uma fonte portátil de nêutrons, tornado-se útil em processos de análise por ativação de nêutrons, podendo ser usado como fonte de radiação em radiologia; e em análise do solo da superfície de outros planetas através de sondas espaciais ; também na descoberta e análise de ouro e prata para prospecção em solo terrestre.

* como fonte de nêutrons em reatores nucleares.

CARBONO: O Carbono-11, radioativo, com meia-vida de 20 min., é produzido artificialmente ,emite pósitrons (β^+) e é usado no exame PET (tomografia; ver em flúor) em medicina nuclear.

A técnica utilizada para determinar a idade de fósseis de origem orgânica a partir do isótopo C-14 baseia-se no fato de que ele está presente em todos os seres vivos em proporção constante em relação aos seus isótopos estáveis C-13 e C-12, e decai com tempo de meia-vida de 5730 anos, transformando-se em N-14 .

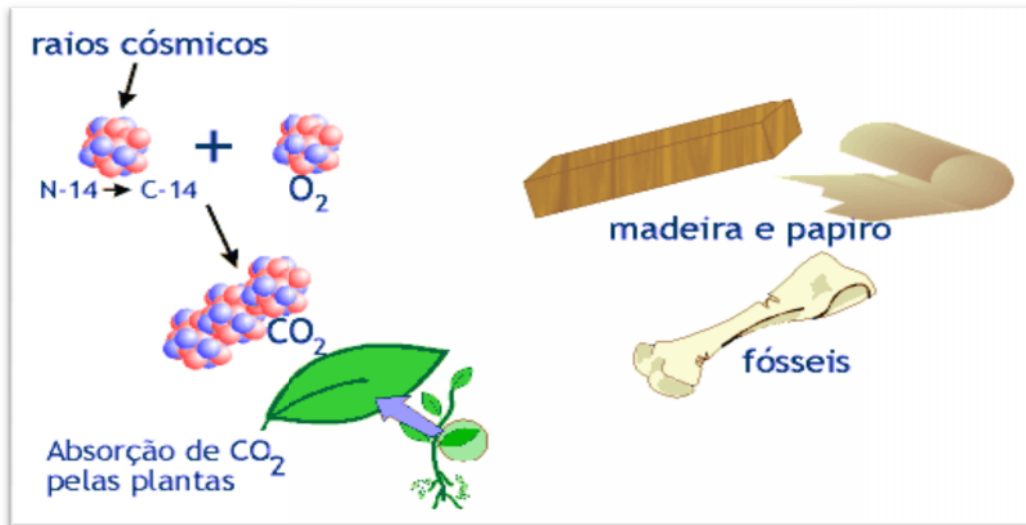


FIGURA 6.1- Ciclo do carbono-14

CÉSIO: O Cs-137 é produzido na detonação de armas nucleares e de vazamentos de reatores nucleares como ocorreu na explosão da usina de Chernobyl em 1986. É também um produto de reprocessamento de combustível dessas usinas, o que o torna disponível para várias aplicações. Uma vez que o Cs-137 entra na atmosfera, prontamente é absorvido pela água e, como consequência, pelo solo, tendo uso como traçador em estudos de transporte de partículas no ar, ou nas águas naturais e na determinação de taxas de perdas e ganhos de solos por erosão hídrica em áreas de diferentes culturas. O césio é utilizado como fonte de raios gama para a esterilização em escala industrial de produtos descartáveis de uso hospitalar, na irradiação para preservação de certos alimentos e para permitir a conversão de borra de esgoto em fertilizante e ração para o gado.

A radiação emitida pelo césio-137 ou pelo cobalto-60 é utilizada também no controle de qualidade em equipamentos metálicos de grande porte das indústrias química, petroquímica e de mecânica pesada. Usa-se para inspecionar a qualidade de soldas, defeitos como trincas ou fissuras imperceptíveis a olho nu em partes de navios e componentes de aviões como motores e asas, partes sujeitas a maior esforço. Outras aplicações industriais são

como indicador da densidade de fluidos e da altura de líquidos em tanques e latas de bebidas.

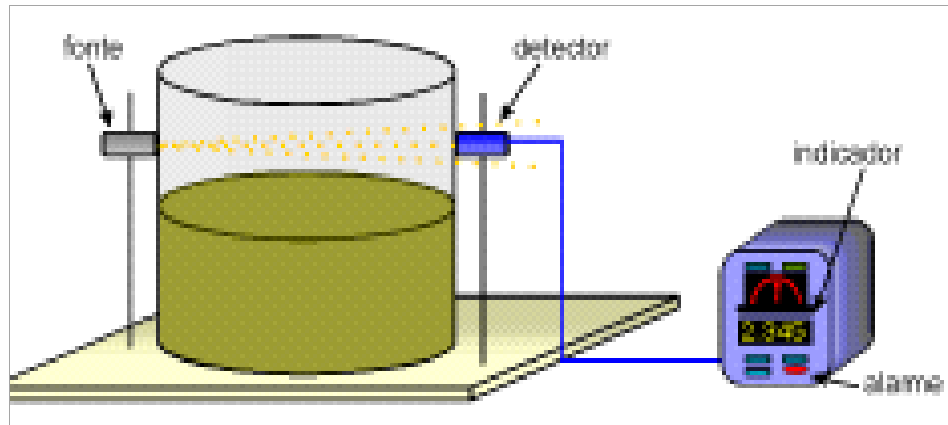


FIGURA 6.2- Indicador da altura de líquidos

Quando o líquido atinge a altura da fonte, a maior parte da radiação emitida por ela é absorvida por ele e deixa de chegar ao receptor, significando que o líquido atingiu aquele nível. Em medicina, já foi muito utilizado em radioterapia, no tratamento de alguns tipos de câncer mas trocado pelo cobalto-60 que apresenta maior rendimento terapêutico.

COBALTO : Os radioisótipos mais estáveis são o Co-60 , Co-57 e Co-56 , com meias-vidas de 5,27 anos, 271,79 dias e 70,86 dias , respectivamente. O isótopo Co-60 é usado como fonte de radiação gama em radioterapia, onde uma dose controlada de radiação é aplicada diretamente sobre o local de um tumor, matando apenas as células cancerosas, por serem mais “fracas” do que as normais.

A irradiação com Co-60 ou Cs-137 é uma das técnicas mais eficientes para desinfecção e preservação de alimentos (pasteurização fria), flores e plantas ornamentais. A radiação elimina microorganismos, fungos, larvas ou ovos de insetos , sem deixar resíduos. O símbolo abaixo é conhecido como Radura.



FIGURA 6.3- Símbolo internacional para alimentos irradiados.

A radioesterilização com Co-60 além de ser usada na esterilização de preservativos, dispositivos contraceptivos intra-uterinos e outros materiais descartáveis, é aplicada em produtos sanguíneos destinados a transplantes, e em tecidos humanos destinados a implantes, prevenindo possíveis infecções e rejeições. A cirurgia com raios gama emitidos por Co-60 é um método promissor para tratar tumores benignos e malignos, e mal formações dos vasos sanguíneos do cérebro. Esta cirurgia é não invasiva, não provoca hemorragia e quase sempre pode ser realizada com anestesia local.



FIGURA 6.4- curativo de polímero irradiado

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), desenvolveu um curativo para tratar a leishmaniose cutânea (doença causada por um protozoário transmitido pelo mosquito palha, e que causa feridas na pele). O curativo é formado por um polímero irradiado por Co-60 formando uma rede

microscópica em 3D. Essa estrutura prende um gel com o remédio e o libera de forma lenta e gradual, diminuindo os efeitos colaterais do tratamento convencional.

O cobalto-60 teve seu lado “sujo” muito explorado em contos literários e filmes como *Dr. Strangelove* (traduzido por *Dr. Fantástico*) de Stanley Kubrick. No filme , a máquina do juízo final faz alusão à bomba de cobalto , ou bomba C (para não confundir com a primeira máquina de radioterapia construída em 1951, que tinha o mesmo nome). A bomba C, uma superbomba imaginária, mas viável, esteve nas discussões na Mesa-Redonda de Chicago sobre armas nucleares em 1951 e a possibilidade de construí-la assombrou o mundo por pelo menos uma década. Trata-se de uma bomba de hidrogênio envolvida por cobalto que absorve a radiação, multiplicando seus efeitos após a explosão e prolongando os efeitos da contaminação radioativa ,que pode espalhar-se por todo o planeta. Chamada de “bomba do fim do mundo”, bastaria apenas uma única bomba H “suja” para acabar não apenas com um continente inteiro, mas com toda a forma de vida no planeta.

CRIPTONIO: O isótopo Kr-81m é usado no estudo do pulmão pela medicina nuclear. O isótopo Kr-81 é produto de reações atmosféricas com outros isótopos naturais, é radioativo e tem uma vida média de 250.000 anos. Como o xenônio, o criptônio é extremamente volátil e escapa com facilidade das águas superficiais, por isso é usado para datar antigas águas subterrâneas (50.000 a 800.000 anos). O isótopo Kr-85 é um gás inerte radioactivo de 10,76 anos de vida média, produzido na fissão do urânio e do plutônio. As fontes deste isótopo são os testes nucleares (bombas), os reatores nucleares e o reprocessamento das barras de combustíveis dos reatores. O criptônio-85 é usado em análises químicas incorporando o gás em sólidos, processo no qual se formam criptonatos cuja atividade é sensível às reações químicas produzidas na superfície da solução. Também é usado flash fotográficos para fotografias de

alta velocidade, na detecção de fugas em depósitos selados e para excitar o fósforo de fontes de luz sem alimentação externa de energia.

ENXOFRE : O S-35 (meia-vida de 87,3 dias) é usado como traçador em pesquisas com plantas e também para estudar reações pelas quais o enxofre é usado por bactérias.

ESTRÔNCIO: São conhecidos 16 isótopos radioativos. O mais importante é o Sr-90, com meia-vida de 28,8 anos , subproduto da chuva nuclear que segue as explosões nucleares, representando um sério risco porque substitui com facilidade o cálcio dos ossos dificultando sua eliminação. Este isótopo é um dos mais conhecidos emissores beta de alta energia e de grande meia-vida, sendo empregado em geradores nucleares auxiliares (SNAP, "Systems for Nuclear Auxiliary Power") para naves espaciais, estações meteorológicas remotas, balizas de navegação e, em geral, para aplicações que requerem uma fonte de energia elétrica rápida e com grande autonomia.

FLÚOR : Os átomos de flúor-18 (meia-vida de 2 horas) emitem pósitrons (+) que capturam elétrons e se aniquilam, emitindo raios gama que são detectados por um sistema de varredura na tomografia por emissão de pósitrons (PET), a qual permite obter imagens de tecido humano num grau de detalhes impossível de ser obtido por raios X.

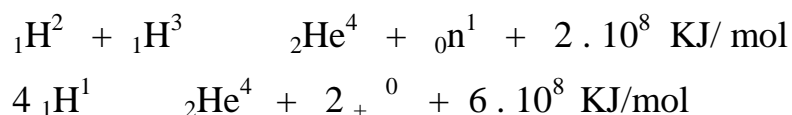
FÓSFORO: O P-32 e o I-131 foram os primeiros radiofármacos produzidos e distribuídos no Brasil para o diagnóstico e tratamento da tireóide e policitemia vera (aumento do nº de hemáceas no sangue, causado por um distúrbio nas células que as produzem, e que causa problemas nos vasos capilares) . O P-32 (meia vida de 14,3 dias) é usado para diagnosticar doenças da medula óssea, pois injetado na corrente sanguínea, é transportado para os ossos e suas medulas. É também um traçador utilizado juntamente com o N-15 (ver nitrogênio), em investigações na agricultura.

FRÂNCIO: Com uma meia-vida de 22 minutos, o isótopo Fr-223 é o de mais longa vida deste elemento. É resultante da desintegração do isótopo actínio-227, sendo o único isótopo que ocorre naturalmente. Devido a sua vida muito curta e a impossibilidade de obtê-lo em quantidades significativas, não há aplicações comerciais para ele. Somente é usado em tarefas de investigação, tanto no campo da biologia como também no da estrutura atômica.

GÁLIO: O isótopo radioativo Ga-67 (meia-vida de 3 dias) é empregado em medicina nuclear como análogo fisiológico do íon ferro 3+. É utilizado em diagnóstico e avaliação de tumores, pois se concentra nas regiões acometidas por estes. Útil também em pesquisas de processos inflamatórios e infecciosos, permitindo avaliar a extensão da doença. Como exemplo desta última aplicação, podemos citar o diagnóstico e monitoração do tratamento das miocardites.

HIDROGÊNIO: (hidrogênio-3), produzido em reatores nucleares, é utilizado na produção de bombas de hidrogênio; como um selo isotópico em biologia, e como uma fonte de radiação em pinturas luminosas. A descoberta das imensas quantidades de energia que são liberadas nas reações nucleares de fusão, principalmente entre átomos de hidrogênio, explicou o manancial energético das estrelas. A vida em nosso planeta depende dessas reações termonucleares que ocorrem nas elevadíssimas temperaturas da nossa estrela.

As duas das reações que ocorrem no sol são:



Na fusão entre deutério (${}^2\text{H}$) e trítio (${}^3\text{H}$), obtém-se muito maior liberação instantânea de energia do que com as reações de fissão em cadeia das bombas atômicas. Nas bombas de hidrogênio ocorre a fusão nuclear, em que a energia

inicial necessária para a detonação é obtida por meio da explosão de uma bomba atômica interna, que funciona como gatilho.

Combustível	Energia liberada na combustão de 1g de combustível (KJ)	Quantidade em g de cada combustível que equivale a fusão de 1 g de :	
		^1H (ou $5,9 \cdot 10^8$ KJ)	$^2\text{H} / ^3\text{H}$ (ou $3 \cdot 10^8$ KJ)
Álcool combustível	27,2	$2,17 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^7$
Carvão	28,4	$2,08 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$
Gasolina sem álcool	46,9	$1,26 \cdot 10^7$	$6,40 \cdot 10^6$
Gás natural	37,8	$1,56 \cdot 10^7$	$7,94 \cdot 10^6$
Óleo diesel	44,9	$1,32 \cdot 10^7$	$6,70 \cdot 10^6$

TABELA 6.1- Baseada em GEPEQ. Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas. Livro do Aluno. São Paulo: Edusp, 2005, p. 218.

Comparando na tabela acima o poder calorífico de alguns combustíveis usuais com a energia liberada na fusão de átomos de hidrogênio, podemos ter uma idéia do imenso poder energético latente nos seus núcleos. Enquanto se sonha com a construção de um reator de fusão (onde a temperatura mínima deve ser de 300 milhões de °C), o que resolveria de forma completamente limpa todos os problemas energéticos mundiais, vamos insistindo, pelo menos no Brasil, no uso de reatores de fissão (ver urânio), ao invés de investir na melhoria da tecnologia de armazenamento de energia solar.

iodo: Os isótopos radioativos Iodo-123 (meia-vida de 13,2 h) e Iodo-131 (meia-vida de 8 dias) são utilizados em medicina nuclear, para estudar a glândula tireóide. O Iodo-131, administrado por via oral, é usado também na terapia de alguns tipos de tumor e outras patologias da tireóide, graças ao seu decaimento com produção de partícula beta. O iodo-129 (com uma vida média de 16 milhões de anos) pode ser produzido a partir do xenônio-129 na atmosfera

terrestre, ou também através do decaimento do urânio-238 em reações termonucleares. Em estudos hidrológicos, a relação Iodo-129/Iodo-127 total pode indicar o tipo de atividade desenvolvida num determinado lugar. Por esta razão, o iodo-129 foi empregado nos estudos da água da chuva após o acidente ocorrido na usina nuclear de Chernobyl. Também se tem empregado os isótopos I-129 e I-131 como traçadores em águas superficiais, para medir a vazão de um determinado efluente líquido num curso d'água e como indicador da dispersão de resíduos. Assim podem ser detectados danos ao meio ambiente que podem ser causados por agentes poluidores e rejeitos industriais.

ÍTRIO: Os radioisótopos mais estáveis são o Y-88 com uma meia-vida de 106,65 dias e o Y-91 com uma meia-vida de 58,51 dias. Os demais isótopos radioativos apresentam períodos de semi-desintegração inferiores a um dia, exceto o Y-87 cuja meia-vida é de 79,8 horas. O Y-90 existe em equilíbrio com o seu isótopo paterno estrôncio-90, que é um produto resultante de explosões nucleares. A aplicação do citrato de ítrio-90 em pacientes hemofílicos está se confirmando como um procedimento eficaz na redução de hemorragias, com redução do consumo individual de hemoderivados e assegurando uma melhora importante na qualidade de vida do paciente.

IRÍDIO: O isótopo Ir-192 é usado em radiografia industrial, no controle de qualidade para avaliar espessuras de forma contínua e sem contato manual. É também utilizado como fonte radioativa em braquiterapia, uma forma de radioterapia na qual materiais radioativos (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{192}Ir ou ^{198}Au) são colocados em contato com o tecido a ser tratado ou implantados, liberando doses de radiação diretamente sobre o tumor, afetando ao mínimo os órgãos próximos e preservando os mais distantes.

LUTÉCIO: Também usado enquanto Oxioortosilicato de Lutécio como um cristal de cintilação, para ativar cintilador de Cério em Câmara gama de última geração, na medicina nuclear. A Câmara gama é um equipamento usado

em medicina nuclear e no exame PET, usado para detectar e localizar a origem espacial de raios gama emitidos pelos radiofármacos ingeridos pelo paciente. Ela produz uma imagem dos órgãos do paciente com *zonas frias* que emitem poucos raios gama e *zonas quentes* que emitem comparativamente muitos raios gama.

MOLIBDÊNIO: O molibdênio tem cerca de duas dezenas de radioisótopos, a maior parte com tempos de vida média da ordem de segundos. O isótopo sintético ^{99}Mo (meia-vida de 65,94 h) se usa em geradores de $^{99}\text{Mo} / ^{99}\text{Tc-m}$ para a indústria de isótopos nucleares.



FIGURA 6.5- Gerador de tecnécio

NEPTÚNIO: É o primeiro elemento transurânico sintético. Seu isótopo mais estável, Np-237 (meia-vida de 2,14 milhões de anos), é um subproduto de reatores nucleares e produção de plutônio. Pode ser usado na composição de equipamentos para a detecção de nêutrons e como combustível nuclear. Em 2002, pesquisadores da Universidade da Califórnia conduziram programas de pesquisa para o desenvolvimento de armas de destruição maciça utilizando o neptúnio. Criaram a primeira massa crítica nuclear usando o elemento, que se revelou superior ao plutônio ou urânio.

NITROGÊNIO: O N-15 é um dos principais traçadores utilizados para verificar a absorção de nutrientes pelas plantas. Os fertilizantes marcados com

N, P e K radioativos são usados para acompanhar o mecanismo de crescimento de uma planta e a transferência desses elementos para o ambiente. Por exemplo, a absorção de fertilizante quando aplicado próximo à semente é melhor do que quando este é simplesmente misturado com a terra.

OURO: O isótopo Au-198 com meia-vida de 2,7 dias é usado em alguns tratamentos de câncer, como o de próstata.

POTÁSSIO: O isótopo K-40 (meia-vida de $1,26 \cdot 10^9$ anos) decai em 11,2% a Ar-40, estável, e os 88,8% restantes a Ca-40. Estas proporções de desintegração permitem determinar a idade das rochas. O K-42 é utilizado na localização de tumores cerebrais.

POLÔNIO: Po-210 é o isótopo natural mais comum, com uma meia-vida de 134,8 dias. O Po-209 (meia-vida de 103 anos) e o Po-208 (meia-vida de 2,9 anos) podem ser obtidos pelo bombardeamento do chumbo ou berílio com partículas alfa, próton ou deutério num cicloton. Entretanto, a produção destes isótopos é muito cara. O polônio quando misturado ou em liga com o berílio pode ser empregado como uma fonte de nêutrons. Este elemento tem sido usado em dispositivos que eliminam cargas estáticas produzidas nas indústrias de laminação de papel, laminação de plásticos e fiação de fibras sintéticas na indústria têxtil, entre outras. As fontes de qualquer decaimento beta são geralmente mais usadas e menos perigosas. O polônio é usado em escovas que removem a poeira acumulada em filmes fotográficos. O polônio nestas escovas é selado, assim controlando e minimizando o perigo da radiação. Pequenas quantidades adicionadas às velas (eletrodos de ignição de motores de combustão interna) melhoram o desempenho destes dispositivos. O polônio é proposto para ser usado como gerador termoelétrico em satélites artificiais e sondas espaciais. Como quase toda a radiação alfa pode facilmente ser parada por recipientes comuns e, ao colidir contra as superfícies destes libera energia, o polônio é pesquisado para ser usado como uma fonte de calor para a fabricação

de pilhas termoelétricas de pouco peso que seriam usadas em satélites artificiais. O polônio é usado no tabaco com arsênico e naftalina, que é uma das principais causas de câncer para quem fuma.

PLUTÔNIO : Elemento sintético, seus isótopos mais estáveis variam de massa 238 (meia-vida 88 anos) a massa 242 (meia-vida $3,73 \cdot 10^5$ anos) . Usado em bombas nucleares. Um quilograma de plutônio tem o poder equivalente a cerca de 20000 toneladas de explosivo químico.

O Pu-239 (meia-vida= $2,41 \cdot 10^4$ anos) pode ser usado em geradores termoelétricos de submarinos nucleares, navios de guerra e de sondas espaciais, como a Voyager 2 , que são abastecidas por plutônio produzido em reatores nucleares. O plutônio é considerado o elemento mais perigoso para a saúde, substância das mais mortíferas que se conhece, e estima-se que a biosfera contenha toneladas de plutônio proveniente dos testes nucleares atmosféricos das décadas de 50 e 60.

PROMÉCIO: O Pm é um elemento artificial , subproduto da fissão do urânio. Seus radioisótopos mais estáveis são o Pm-145 com meia-vida de 17,7 anos, o Pm-146 com meia-vida de 5,53 anos, e o Pm-147 com meia vida de 2,62 anos. A principal aplicação é como emissor de radiações beta para produzir medidores de espessuras muito finas. A radiação beta emitida pelo Pm-147 ao incidir sobre o fósforo produz luz. Baterias muito pequenas podem ser feitas com fotocélulas para converter esta luz em eletricidade. Estas baterias são usadas em pesquisas espaciais pois tem uma vida útil de cerca de 5 anos. Os sais luminescentes do promécio podem ser usados para a produção de ponteiros e mostradores de relógios. No futuro, possivelmente serão usados como uma fonte portátil de raios X e de calor para sondas espaciais, satélites artificiais , aplicações médicas, e para a produção de lasers para serem usados em comunicação com submarinos, quando submersos.

RÁDIO: O Ra-226 é o isótopo mais comum e o mais estável. O Ra-223, Ra-224, Ra-226 e o Ra-228 são todos gerados a partir da deterioração de urânio ou tório. O Ra-226 é um produto do decaimento do U-238, e é o isótopo do rádio de mais longa vida, com uma meia-vida de 1602 anos. Em seguida, o de mais longa vida é o Ra-228, um produto do Th-232, com uma vida inteira 200 anos. Quando misturado com o berílio é uma fonte de nêutrons para a física experimental, e análise de materiais.

O rádio (geralmente na forma de cloreto de rádio) é usado em medicina para produzir o gás radônio, usado para o tratamento do câncer. Uma unidade da radioatividade, curie , se baseia na radioatividade do rádio-226. Foi usado em radioterapia, porém substituído por radioisótopos mais eficientes.

RADÔNIO: O radônio é produto da desintegração do rádio assim como do tório . O isótopo Rn -219 é produto da desintegração do actínio, e tem uma vida média de 4 segundos. O radônio tem 22 isótopos artificiais, produzidos por reações nucleares de transmutação artificial em ciclotrons e aceleradores lineares. O isótopo mais estável é o Rn-222, também o mais abundante, com uma vida média de 3,8 dias e produto da desintegração do Ra-226 e do U-238. O radônio tem sido aplicado como fonte de radiação em radioterapia, oferecendo algumas vantagens sobre o rádio. Utiliza-se também como indicador radioativo para a detecção de fugas de gases e na medida da velocidade de escoamento de fluidos. Também é utilizado em sismógrafos e como fonte de nêutrons. Detectores sensíveis às emissões de partículas alfa pelos núcleos de radônio podem localizar petróleo, fontes de energia geotérmica, e depósitos de urânio. Uma vez que há variações no nível de radônio e de suas emissões com a aproximação de um terremoto, estes detectores também podem prever a chegada de um terremoto.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utiliza o Rn-220 para estudar a circulação atmosférica na Península Antártica. Uma vez que a

fonte de radônio é a superfície exposta dos continentes, medindo-se a fração de Rn-220 em relação ao radônio total da atmosfera, sabe-se se uma massa de ar tem origem continental ou oceânica.

As partículas alfa emitidas pelo radônio são altamente ionizantes, mas tem pouco poder de penetração e não são capazes de atravessar a nossa pele . No entanto, ao inalar o gás, esse baixo poder de penetração converte-se num problema, já que as partículas não conseguem escapar de nosso corpo, e depositam toda sua energia nele, podendo ocasionar lesões ou patologias de gravidade diversa, de acordo com a quantidade de radônio inalado. Essa é a causa número dois de morte de câncer de pulmão nos Estados Unidos, apenas atrás do cigarro⁵.

Como podemos observar no gráfico abaixo , a atividade devido ao radônio equivale a 55% das radiações a que estamos sujeitos.

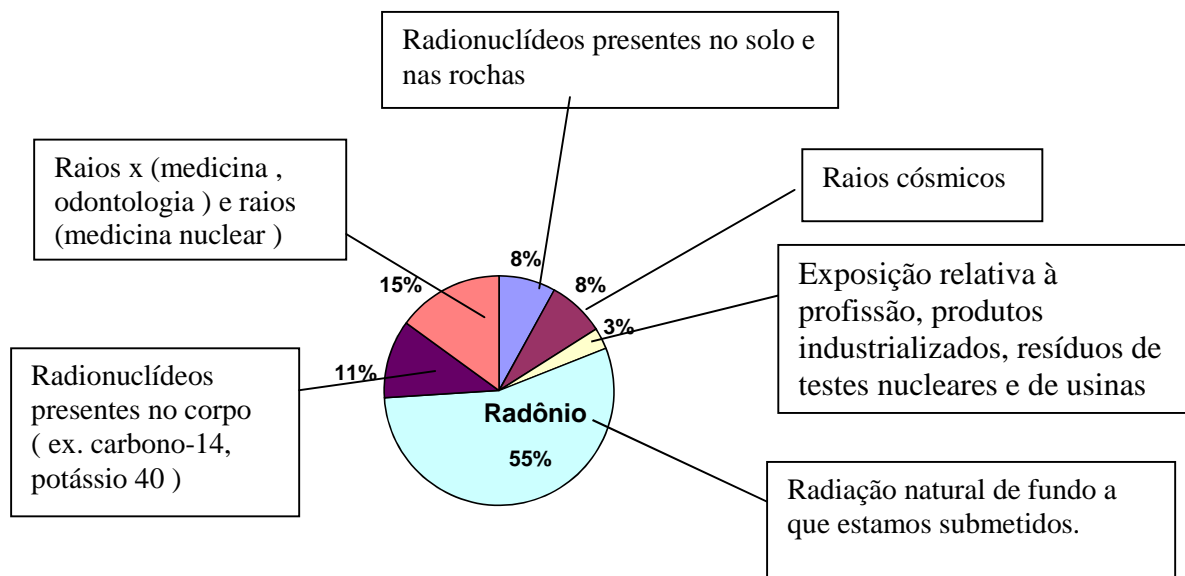


FIGURA 6.6- Principais fontes de radiação que atuam sobre o homem (Fonte: Adaptado de K.B.Krauskopt e A.Beiser.The physical universe. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 993. pág.201)

⁵ Fonte: EPA-US Environmental Protection Agency

SAMÁRIO: O Sm-153 é utilizado como auxiliar no tratamento do câncer ósseo, atuando como analgésico, eliminando a dor causada pela disseminação do câncer no tecido ósseo.

SÓDIO: O sódio possui dois isótopos radioativos cosmogênicos (produzidos pela interação de raios cósmicos): ^{22}Na e ^{24}Na . O primeiro com períodos de semidesintegração de 2605 anos e o segundo de aproximadamente 20 horas. O ^{24}Na tem aplicação no monitoramento de fluxo sanguíneo.

TÁLIO: O Tl-204 é o radioisótopo mais estável com uma meia-vida de 3,78 anos. Tl-201, na forma de cloreto de tálio, é usado em medicina nuclear para a detecção de câncer e diagnosticar doenças do coração como obstruções das artérias coronárias. O tálio aloja-se no músculo do coração emitindo radiação gama que é detectada por uma câmara de cintilação. As imagens geradas por computador indicam se há lesão de tecido cardíaco e se o sangue flui livremente através das artérias coronarianas.

TECNÉCIO: Em medicina nuclear são empregados compostos com o isótopo Tc-99m como radiofármacos (ou radiotraçadores). Sua importância deve-se às características físico-químicas adequadas para a complexação com diferentes substâncias e fácil manuseio no local de uso. Este isótopo se obtém mediante geradores de Mo-99 / Tc-99m (ver em molibdênio), sendo seu período de desintegração de 6 horas, tempo adequado para que se acumule no órgão que se quer estudar e, por outro lado, não permaneça muito tempo no organismo. É um emissor gama que pode ser detectado através de um contador de cintilância podendo-se interpretar a imagem obtida. Em decorrência disso, é utilizado para obtenção de mapeamentos (ou cintilografia) de diversos órgãos como rins, fígado, pulmões, coração e especialmente para obter imagens de ossos.

TÓRIO : Foram identificados vinte e cinco radioisótopos, sendo o mais abundante e/ou estável o ^{232}Th com meia-vida de 14,05 bilhões de anos,

^{230}Th com meia-vida de 75 380 anos, ^{229}Th com meia-vida de 7 340 anos, e ^{228}Th com meia-vida de 1,92 anos. Todos os demais isótopos radioativos tem meias-vidas abaixo de 30 dias, e a maioria destes com meias-vidas inferiores a 10 minutos.

O Th-232 decai para chumbo-208 e é usado nas datações urânio-tório para fósseis. Quando bombardeado com nêutrons, produz U-233, que é fissionável e utilizado em combustível nuclear. O tório é usado na produção de energia nuclear em algumas usinas, é um elemento similar ao urânio mas ambientalmente mais seguro e com maior disponibilidade mundial de reservas geológicas. As maiores vantagens, segundo os cientistas, estão nas possibilidades de se reduzir a toxicidade dos resíduos das usinas e a maior simplicidade do ciclo do combustível nuclear.

URÂNIO: Antes do advento da energia nuclear, o urânio tinha um leque de aplicações muito reduzido. Era utilizado em fotografia e nas indústrias de cabedal (fabricação de peças de couro e sola) e de madeira. Os seus compostos usavam-se como corantes e mordentes (fixadores de cor) para a seda e a lã. O Urânio natural encontrado em minérios como uraninita e euxenita é composto por uma mistura de três isótopos: U-235, U-234 e U-238, sendo este último o mais abundante (99,28%).

Com base no decaimento radioativo dos átomos de U-238 presentes em minérios de urânio que, se acredita, existam desde os primórdios do planeta, foi possível determinar a idade geológica da Terra em 3,8 bilhões de anos.

A aplicação mais importante do urânio é a energética. Com este fim, o isótopo mais utilizado é o U-235. A maioria dos reatores nucleares em funcionamento utiliza urânio enriquecido (com maior porcentagem de U-235) como combustível. Na produção de energia nuclear há uma reação de fissão auto-sustentada e controlada, que ocorre em um reator, normalmente imerso num tanque com uma substância moderadora e refrigerante - água. A água é

aquecida e vaporizada pelo reator, passando em seguida por turbinas que acionam geradores, para assim produzir energia elétrica. Veja o esquema de uma usina como as de Angra dos Reis.

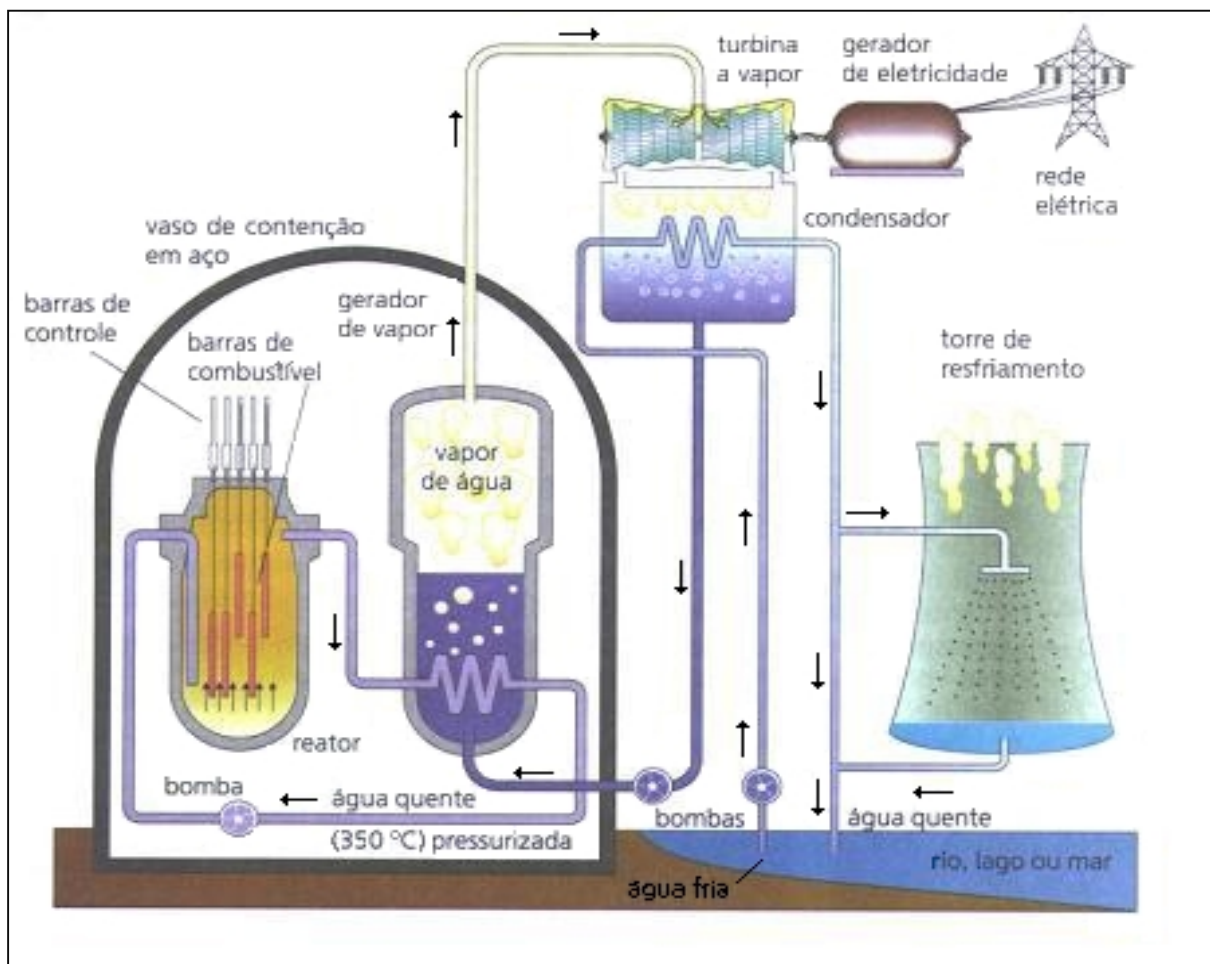


FIGURA 6.7- Reator de fissão nuclear

Os reatores nucleares de fissão podem ser bastante compactos, sendo utilizados na propulsão de submarinos, navios de guerra e em algumas sondas espaciais como as dos programas das sondas Cassini-Huygens, Voyager e Pioneer. Abaixo temos a massa em gramas de diferentes combustíveis que libera a mesma energia que 1 grama de urânio (note que os valores aproximados estão entre 2 e 3 toneladas):

<i>Álcool combustível</i>	<i>Carvão</i>	<i>Gasolina sem álcool</i>	<i>Gás natural</i>	<i>Óleo diesel</i>
$3,09 \cdot 10^6$	$2,96 \cdot 10^6$	$1,79 \cdot 10^6$	$2,22 \cdot 10^6$	$1,87 \cdot 10^6$

TABELA 6.2- Baseada em GEPEQ. Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas. Livro do Aluno. São Paulo: Edusp, 2005, p. 218.

Por suas combinações de alta dureza, alta densidade específica ($17,3 \text{ g/cm}^3$) e alto ponto de fusão ($1132 \text{ }^\circ\text{C}$), e, acredita-se, também como forma de eliminar altos estoques de urânio empobrecido que sobra do enriquecimento do U-235 para produção de combustível, o Urânio também é utilizado na fabricação de projéteis de armas de fogo onde normalmente utiliza-se o chumbo ($d = 11,3 \text{ g/cm}^3$, $\text{PF}=327 \text{ }^\circ\text{C}$). A utilização do Urânio em projéteis de alta penetração e em blindagens de veículos de combate apresenta grandes vantagens técnicas em relação ao Chumbo mas expõe os soldados e a população civil a um nível elevado de radiação. Estima-se que 35% do urânio das munições se tornam partículas de aerossóis no impacto, contaminando ar, solo e/ou água. Na indústria bélica é usado ainda em bombas atômicas (bombas A) e estopim para bombas de hidrogênio (bombas H), que, para explodirem, necessitam de uma quantidade enorme de energia (ver Hidrogênio, no cap.6).

Uma das principais aplicações civis do urânio empobrecido (ver nº 241 da Revista Ciência Hoje) é em lastros de aviões cargueiros e ainda como contrapesos de flaps e lemes de aviões comerciais, em quilhas de veleiros e em carros de Fórmula -1.

O urânio produz envenenamento de baixa intensidade (inalação, ou absorção pela pele), porém seu efeito no organismo é cumulativo (o que significa que o mineral, não é eliminado, sendo paulatinamente depositado,

sobretudo nos ossos), e a radiação assim exposta pode provocar o desenvolvimento de cânceres. Para os trabalhadores das minas, são freqüentes os casos de câncer no pulmão.

Numa cidade do sertão baiano onde funciona a única mina de urânio em atividade no país , segundo um levantamento do jornal Folha de São Paulo , uma a cada três mortes ocorre por “mal desconhecido”. Nove poços foram interditados por estarem com nível de radiação até 47 vezes acima do limite permitido por lei, e mesmo havendo ocorrência de câncer e mal formações congênitas em pessoas e animais residentes próximos a mina, a empresa responsável diz que a mina não oferece risco à população.



FIGURA 6.8- Reproduções de charges da Folha de São Paulo

6.2- Outras questões sobre o uso da energia nuclear:

A retomada do Programa Atômico do Irã; um ditador norte-coreano que desrespeita o acordo de congelamento do programa nuclear da ONU e faz testes com mísseis nucleares .(charges da fig. 6.8). Ironias à parte, sessenta e quatro anos após Hiroshima, a ameaça atômica ainda permanece como um fantasma que assombra a todos. Você sabe para que é usado o super computador mais rápido do mundo, capaz de fazer quatrilhões de operações por segundo ? Não, não é para fazer complicados cálculos científicos, mas para monitorar o arsenal atômico dos EUA . Isso dá o que pensar, não é mesmo?

Com o fim da guerra fria, e a eliminação parcial de armas nucleares, o mundo herdou milhões de toneladas de rejeitos militares radioativos. Somente os Estados Unidos haviam armazenado 32 mil bombas nucleares e seu desmonte bem como o processamento e armazenamento de todo o material envolvido na produção de plutônio e de urânio, já consumiram, e , continuam a consumir, bilhões de dólares anuais.

A produção de energia nuclear para gerar energia elétrica é cara, não é limpa e nem livre de emissão de gases estufa como muitas vezes é dito até mesmo em publicações científicas. Pois quando se fala que não é produzido CO_2 , leva-se em conta apenas a etapa final e “esquece-se” de todo um processo anterior à fissão do urânio. Usinas nucleares necessitam de urânio enriquecido para poderem funcionar e não são todos os países possuidores de usinas atômicas que dominam em escala industrial as técnicas para o seu enriquecimento. No Brasil, o urânio retirado da mina viaja em caminhões na forma de pó concentrado (yellow cake) por mais de setecentos quilômetros de Caetité até o porto de Salvador ,onde segue de navio até o Canadá, sendo então convertido em gás e depois transportado também de navio para a Holanda e enriquecido(com consumo de grande quantidade de energia). Retornando ao Brasil via Rio de Janeiro, segue para a fábrica de Resende (RJ), onde é transformado em pastilhas, por caminhão. Logo, todo o processo de

enriquecimento do urânio envolve indiretamente emissões de gases de efeito estufa.

Além disso, usinas nucleares geram lixo radioativo, os rejeitos são de baixa, média e alta intensidade. Os de alta intensidade são os elementos combustíveis (uma mistura de urânio e de outros 35 elementos produtos da fissão) que podem ser reprocessados, mas, no caso brasileiro não o são por razões econômicas (temos a 6ª ou 7ª maior reserva de urânio do mundo e não compensa reciclar). Estes rejeitos devem ficar acondicionados por cerca de dez anos em piscinas de resfriamento nas próprias usinas, e posteriormente necessitam ser isolados por centenas ou milhares de anos (cerca de 10 meias-vidas de cada radioisótopo) em recipientes de chumbo ou concreto, que não estão livres de serem corroídos. Uma alternativa, usada pelos americanos, é a incorporação dos resíduos radioativos em materiais cerâmicos ou vidro, técnica conhecida por “vitrificação”, e que reduz em até 97% o volume comparado ao do cimento, e tem vida superior a 10 000 vezes a do concreto. Os rejeitos de média e baixa intensidade são roupas usadas, filtros de ar e objetos que retenham alguma partícula radioativa. No Brasil, são guardados atualmente em depósitos provisórios no terreno das usinas.

Um exemplo de objetos de baixa a média intensidade radioativa que foram aposentados recentemente (março/2009) no Brasil, e , deverão ser isolados por um período de 60 a 100 anos até poderem ser reciclados ou descartados com segurança , são os dois geradores de vapor (peças que recebem água aquecida para mover as turbinas e gerar eletricidade) de Angra 1.

Pergunto: que herança estamos deixando para nossos netos e bisnetos, ou, melhor, que herança estamos deixando para as próximas gerações?

O programa nuclear brasileiro prevê a construção de mais quatro usinas até 2030 : duas no nordeste e duas no sudeste (regiões que apresentam o maior número de falhas geológicas no Brasil). Temos também a pretensão de dominar até 2014, em escala industrial, todo o ciclo do combustível usado nas

usinas, do “yellow cake”, o enriquecimento, a fabricação de pastilhas até a montagem das varetas usadas como combustível nuclear. Ora, nosso país e especialmente a região nordeste, foram privilegiados por dias ensolarados na maior parte do ano e não faz investimentos para aproveitar a energia solar. O uso deste tipo de energia é tão irrisório que não entra nas estatísticas de matriz energética. Veja abaixo:

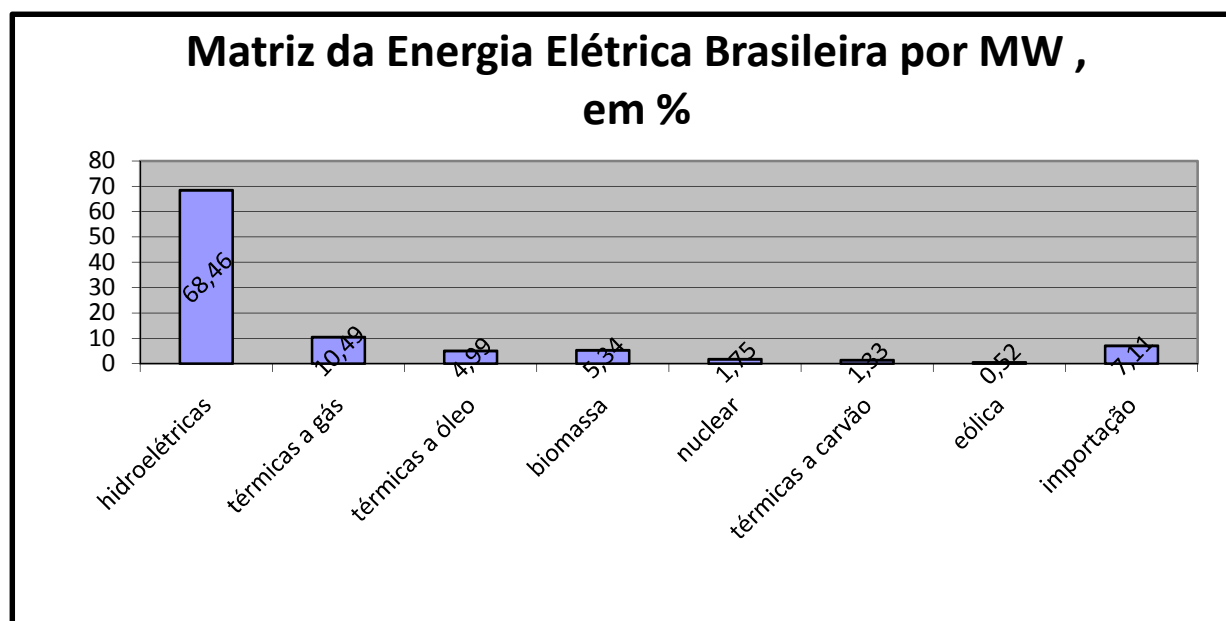


FIGURA 6.9- Matriz da energia elétrica brasileira (adaptado de Folha de São Paulo, caderno Dinheiro, 15 /01/10)

A instalação de usinas nucleares precisa ser feita em local com grande oferta de água para o resfriamento do combustível usado, o que causa poluição térmica em mares ou lagos, provocada pelo despejo de água a temperaturas mais elevadas que a do ambiente e acarretando danos à vida aquática; a estrutura geológica do local tem de ser estável, portanto, não pode sofrer abalos sísmicos. Alguém pode prever o que acontecerá daqui a um século? Só para lembrar: em 2007 um tremor de 4,9 graus destruiu várias casas, matou e feriu pessoas em Minas Gerais). As condições de infraestrutura , como estradas, (Angra 1 , 2 e em breve 3, situam-se em trecho muito ruim da BR-101, sujeito constantemente a chuvas e deslizamento) tem de ser adequadas;

com baixa concentração populacional (pois acidentes acontecem por mais segurança que haja) e ser próximas a linhas de transmissão de energia. Quando decide investir em energia nuclear para geração elétrica, o país, ou melhor, os seus políticos, optam pela contramão da tendência mundial que é de desacelerar e desativar o seu uso; e não considera os 56% da população que, segundo pesquisa da Folha de São Paulo com 2073 pessoas de 124 municípios de todas as regiões, feita em setembro de 2009, são contra o uso da energia nuclear, incluindo físicos nucleares como José Goldemberg, ex-ministro de Ciência e Tecnologia.

Em julho de 1997, o reator nuclear de Angra 2, é desligado por defeito numa válvula. Segundo o físico Luiz Pinguelli Rosa, foi "um problema semelhante ao ocorrido na usina de Three Mile Island", nos Estados Unidos, em 1979 , quando a radioatividade em volta da usina alcançou um raio de até 16 quilômetros com intensidade de até 8 vezes maior que a letal, provocando a evacuação de 140.000 pessoas. Em outubro do mesmo ano, o físico Luiz Pinguelli adverte que estava ocorrendo vazamento na usina de Angra 1, em razão de falhas nas varetas de combustível.

Embora, atualmente, a probabilidade de ocorrer um acidente de proporções maiores numa central nuclear como o de Three Mile Island ou o de Chernobyl seja baixa, não podemos esquecer que o risco que se corre é muito grande e que constantemente estamos sujeitos a acidentes que podem ocorrer no percurso do urânio desde a mina até voltar enriquecido para a usina. Além disso, outros tipos de incidentes ou acidentes são passíveis de acontecer, e, muitas vezes não é dada a devida importância. Exemplificando o que acabei de escrever , temos três fatos recentes ocorridos apenas no Brasil:

1º) Em dezembro de 2008 a polícia federal apreendeu mais 3,2 toneladas de torianita (as apreensões tem sido freqüentes desde 2004) no Amapá. A torianita é um minério rico de urânio e tório, extraída e comercializada ilegalmente . Até então não havia local adequado para armazenar o material apreendido , que estava em simples tonéis no pátio da PF.

2º) Em maio de 2009, um funcionário que fazia a limpeza de um equipamento em uma sala de descontaminação da Usina Nuclear de Angra 2, esqueceu uma porta aberta e houve vazamento de material radioativo, contaminando quatro funcionários.

3º) Em janeiro de 2010, seis galões plásticos lacrados contendo material radioativo foram encontrados pela Polícia Rodoviária Federal no bagageiro de um ônibus de linha interestadual, na BR-376, em Marialva (PR). Apesar de lacrados e identificados com o símbolo de produto radioativo, o material estava sendo transportado de forma irregular (num ônibus com passageiros).

A montagem e a manutenção de uma usina atômica tem custos muito elevados, assim como o tratamento e o armazenamento do lixo gerado, ainda que em pequena quantidade.

Está previsto para iniciar este ano a montagem em Aramar (SP) do maior reator nuclear de pesquisa da América Latina. Chamado de Reator Multipropósito Brasileiro, custará US\$ 500 milhões, uma bagatela perto do custo de US\$ 4 bilhões orçado para Angra 3. O novo reator poderá trazer autonomia para o Brasil na produção de radioisótopos, principalmente o Mo-99 (gerador de tecnécio), atualmente importado, e que esteve recentemente em falta no mercado mundial, prejudicando quem necessitava de exames ou tratamento de câncer, etc.

Conclusão:

Assim como qualquer tecnologia avançada, a produção de radioisótopos pode ser bem ou mal empregada, e, no último caso, independentemente de ser para usos não pacíficos. Em outras palavras, a energia nuclear é mal empregada quando decisões econômicas e políticas são mais importantes do que a saúde da população e dos ecossistemas, é mal empregada quando feita de maneira irresponsável, mesmo que o uso seja para fins pacíficos. É inegável que os isótopos produzidos em reatores para pesquisas fornecem benefícios importantes e vitais, melhorando em muito a nossa qualidade de vida.

Por outro lado, o uso da energia nuclear para fins bélicos não faz sentido para as pessoas de mentalidade sadia, uma vez que corremos o risco de aniquilação mútua, ou, então, pagar um alto preço pela contaminação ambiental gerada numa possível guerra nuclear.

As usinas nucleares podem ser a melhor forma de geração de energia para países populosos e altamente industrializados, que dispõem de pouco espaço e não possuem fontes renováveis de energia (como as hidrelétricas), que é o caso do Japão. As nações que optaram por usinas nucleares, como China e Índia, o fizeram por falta de opção. O presidente dos EUA acaba de anunciar (início de julho) US\$ 2 bi para a construção de uma usina de energia solar.

Em termos ambientais, sociais e econômicos, o uso do urânio pode ser bem mais vantajoso do que, por exemplo, o uso de carvão nas termelétricas. Porém, é necessário garantir: condições seguras de trabalho e tratamento médico adequado às necessidades dos trabalhadores das minas de urânio, cujas condições são precárias, e a todo pessoal que trabalha com material radioativo; garantir risco zero (ou o mais próximo possível) de acidentes no transporte terrestre e marítimo, e no desembarque do urânio; que não haja vazamentos e contaminação da água e dos seres vivos. Como, pelo menos em parte, isso nunca ocorreu em nenhum país que faz uso da energia atômica, o melhor é buscar fontes alternativas que causem menos impactos.

O governo brasileiro, por exemplo, tomou boa medida ao decidir pela construção do reator multipropósito, mas deveria aumentar os investimentos para tornar mais acessível a tecnologia nuclear para aplicações médicas e para aplicar novas tecnologias que estão surgindo principalmente na área de energia solar (para saber mais ver: “Fio solar” é nova promessa de energia limpa. Disponível no blog da Folha Online de 14/02/10).

Há atualmente, apenas algumas unidades do tomógrafo PET-CT (evolução do tomógrafo PET) no país, adquiridos por clínicas ou hospitais particulares, que juntamente com os aparelhos PET convencionais, são pouco

mais de uma dezena em todo o país. Além de pouca oferta, os exames ainda tem custo muito alto. A vantagem do aparelho PET-CT é que combina a tomografia por emissão de pósitrons com a tomografia computadorizada e é capaz, por exemplo, de avaliar se um paciente teve uma isquemia, até 24 horas após ter sentido dor, e assim evitar que o quadro evolua para um infarto.

Metodologia de pesquisa

Resultados e Discussão

“ Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados.”

Orientações Curriculares para o Ensino Médio.

7.1- Caracterização da escola e dos sujeitos da pesquisa

Toda pesquisa e desenvolvimento do projeto Compreendendo Fenômenos Nucleares, suas Aplicações e Implicações foi realizada na E.E. Conde do Pinhal, escola onde esta pesquisadora é professora efetiva desde 2005. A escola pertence à Diretoria de Ensino de São Carlos e está situada entre o centro e a periferia da cidade. Costuma receber alunos dos bairros adjacentes, especialmente do Jôquei Clube, Jardim Paulistano e Jardim Centenário, bairros de classe média e média baixa. No período da manhã funciona atualmente o ensino fundamental e o médio regular; no período da noite funciona o médio regular e a Educação de Jovens e Adultos (EJA) no ensino médio. Participaram inicialmente da pesquisa 28 alunos do EJA com idades variando entre 18 anos a 57 anos, na grande maioria trabalhadores durante o dia.

7.2- Metodologia

A proposta inicial era trabalhar somente com alunos do 3º ano do EJA, uma vez que, como visto no capítulo 2 desta dissertação, o conteúdo de radioatividade mal aparece no ensino regular de química. No entanto, no final do projeto, com o material didático já pronto, resolvi também aplicá-lo ao 3º regular da manhã por terem os próprios alunos, na faixa de 16 a 19 anos, demonstrado interesse no tema e no jogo. Assim, com a autorização da direção da escola para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, passamos a informar os alunos do EJA sobre a mesma, e fizemos a entrega do Termo de Consentimento, no qual foram esclarecidos os objetivos do estudo e as normas éticas a partir das quais a pesquisa seria regida. Iniciaremos então, o nosso relato pelo EJA e depois retornaremos ao ensino regular.

Para AUSUBEL, segundo MOREIRA (1989), o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já

sabe. Para ele, aprender significa organizar e integrar o novo material na estrutura cognitiva. Levando em conta a importância que Ausubel e outros autores dão aos conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida para a aprendizagem, iniciamos nossa pesquisa por um levantamento através de observações em sala de aula e de um questionário, do que nossos alunos conhecem sobre símbolos, materiais e tecnologias relacionadas à radioatividade e também de suas opiniões sobre o uso da energia nuclear.

A análise das concepções possibilitou o levantamento de questões para serem discutidas, e determinou que o jogo a ser elaborado, além de auxiliar na fundamentação de conceitos básicos e assimilação da simbologia, deve esclarecer a diferença entre radioatividade e outros tipos de radiação, como a de raios X, por exemplo, e dar destaque às diversas aplicações pacíficas possíveis para os materiais radioativos.

Assim, com a finalidade geral de levantar questões, conhecer e documentar as percepções prévias dos alunos relacionadas ao assunto da pesquisa, aplicou-se, por escrito, o questionário abaixo, constituído de sete questões abertas e uma de múltipla escolha.

7.2.1- Modelo de questionário de concepções prévias

1. Qual é a sua idade?
- 2.



Conhece este símbolo? O que ele significa? Onde você o viu?

3. E os símbolos abaixo? Já os viu? O que acha que significam?



4. Você sabe o que é ou para que serve uma usina atômica ?

5. Mencione um ou mais materiais que são radioativos.

6. Você sabe em que os materiais citados na questão 5 são utilizados?

7. Qual sua opinião sobre o uso de energia nuclear (marque um ou mais):

é bom tem grande utilidade é ruim é perigoso
 não deveria ser feito deveria ser mais utilizada não tenho opinião

8. Você conhece outras aplicações para a energia nuclear? Quais?

Vimos no capítulo 4, sobre a importância do uso correto da linguagem científica, para que haja atribuição de significados e construção de conhecimentos por parte do aluno. Logo, a pesquisa sobre as concepções prévias dos alunos torna-se necessária, para que tenhamos a certeza de estarmos falando a mesma linguagem, e, assim, quando por exemplo, falarmos em radioatividade, termos certeza de que nossos alunos entendem do que estamos falando. Afinal, sabemos que a televisão passa muita informação “científica”errônea na forma de desenhos animados e filmes, e nossos alunos não tem uma base para separar o que é verdade do que é ficção em ciências, muitas vezes formam idéias que não correspondem à realidade.

A primeira questão do questionário sobre pré-concepções tinha por objetivo verificar possíveis diferenças no grau de conhecimento em função da idade, e conseqüentemente, da experiência de vida do aluno. Os outros indicadores segundo os quais o questionário foi organizado e seus objetivos foram:

- Conhecimento: verificar o conhecimento de símbolos presentes no cotidiano relacionados à radiação e quanto aos materiais que são fonte de radiação, suas aplicações e também quanto ao uso da energia nuclear.
- Uso de meios de comunicação e de tecnologias de informação: verificar o hábito de leitura de livros, jornais, etc. e uso de televisores, computadores (acesso à internet).
- Opinião/Atitudes: verificar a opinião dos alunos sobre o uso da energia nuclear e a percepção deles sobre riscos e benefícios desse uso.

A partir das questões levantadas iniciou-se um diálogo professora/ alunos e alunos/alunos a respeito do tema, com apresentação do espectro eletromagnético e leitura de textos sobre a descoberta da radioatividade, seus usos civis iniciais e as consequências, o uso militar e as consequências, levando o debate para as políticas desarmamentistas atuais. Foi muito interessante e proveitoso, o fato dos alunos estarem estudando a segunda Guerra Mundial na disciplina de História, e já terem discutido nas aulas sobre o lançamento das bombas atômicas no Japão. Concomitantemente ao debate e leitura de textos, foi trabalhado o conteúdo relativo ao tema: as partículas atômicas, os tipos de radiação e suas características, as leis de emissão das radiações e conservação de carga/massa, diferença entre fissão e fusão nuclear. Para finalizar a discussão, apresentou-se um vídeo de 30 minutos, disponível a professores pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP- São Carlos, “ *O átomo visto de perto*”, que discute também algumas aplicações dos radioisótopos e o destino do lixo nuclear. Nesta atividade, os alunos foram convidados a citar algumas vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear.

Com todo esse procedimento, que durou oito aulas no total, buscou-se corrigir algumas concepções inadequadas do ponto de vista científico, como por exemplo, o de que pilhas e baterias são materiais radioativos ou de que energia atômica está principalmente relacionada com fabricação de bombas; o que serviu também um pouco para corrigir distorções de visão da ciência por parte dos alunos e aprimorar o conhecimento de conceitos químicos. Ressalta-se que ainda persistiu a necessidade de apresentação de um material didático que, trabalhando junto com conceitos e simbologia fundamentais sobre o átomo e suas transformações, desse uma visão mais ampla e detalhada sobre aplicações pacíficas de radioisótopos, criando condições para uma aprendizagem mais significativa.

7.2.2 - Montagem do jogo

Foi feita então a pesquisa apresentada no capítulo 6, sobre usos dos radioisótopos na melhoria da qualidade de vida, e suas conseqüências, por vezes indesejadas; e montadas as 52 cartas que fazem parte do jogo proposto. No final da pesquisa, tivemos a feliz oportunidade de conhecer pessoalmente o trabalho de produção de radiofármacos realizado pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo, contribuindo para aumentar o nosso conhecimento.

O jogo é constituído por um tabuleiro com percurso constituído por início e fim; e pode ser impresso em papel sulfite ou sulfitário e depois colado em cartolina e plastificado; esta foi a forma como trabalhamos num primeiro momento, quando confeccionamos todo o percurso à mão, imprimimos e montamos figuras da internet. Após o tratamento computacional que originou o tabuleiro definitivo, obtivemos uma opção um pouco mais cara, mas bem menos trabalhosa e de qualidade muito superior, completamente impermeável, que é a impressão em lona (mesmo material de banners) com solvente para uma fixação

ótima das cores. As cartas foram impressas em papel sulfite e depois coladas em papel cartão e plastificadas com contact. A impressão colorida naturalmente fica muito mais bonita, mas na falta de recursos, cópias preto e branco que são de dez a vinte vezes mais baratas, cumprem também o seu objetivo (são 13 folhas para as cartas e uma para o símbolo do verso). Para jogar, são necessários dois dados e botões, fichas, ou qualquer objeto que identifique as equipes.



FIGURA 7.1- Tabuleiro e peças

Todas as cartas são numeradas e compostas por uma figura, uma informação inicial e uma pergunta. Há mais exemplos de cartas no apêndice A.

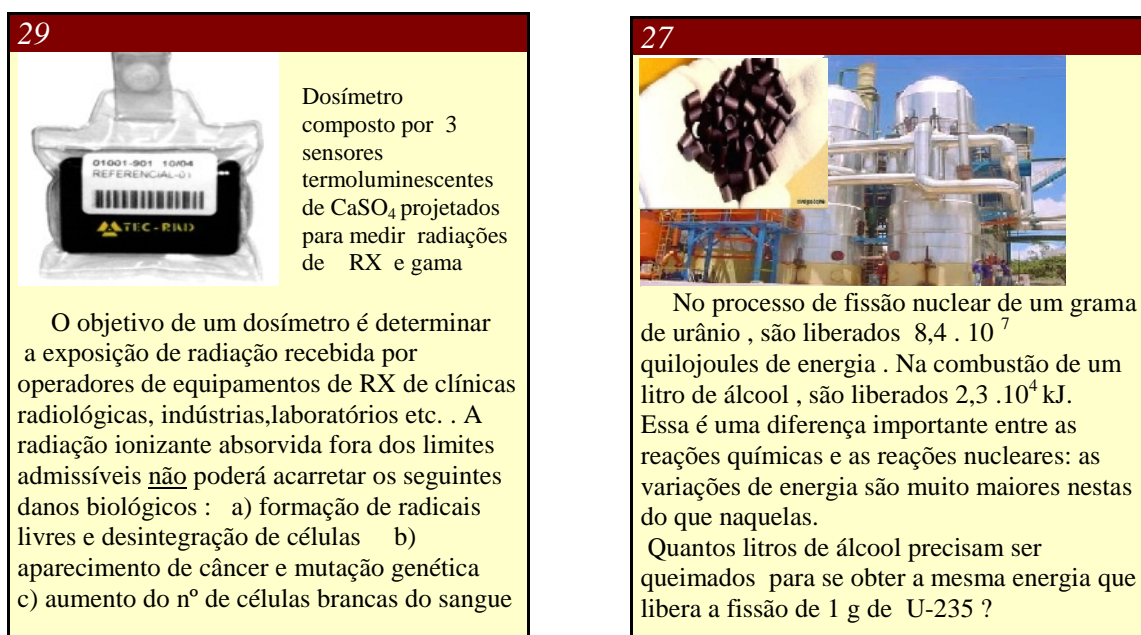


FIGURA 7.2- Cartas com situações-problema

As regras do jogo estão a seguir, mas resumidamente, cada equipe de jogadores usa a sorte nos dados, porém, o seu sucesso está baseado principalmente em responder corretamente, a cada jogada, uma das cartas disponíveis no início do jogo. Nestas cartas consta uma parte introdutória com alguma informação histórica, ou de impacto causado pela radiação, ou de aplicação atual dos radioisótopos, e uma pergunta/problema de resposta aberta ou de alternativa.

7.2.2.1- Regras do jogo

Pode-se formar até cinco equipes de três a quatro membros. Para classes muito numerosas, sugere-se o uso de dois tabuleiros e conjunto de cartas.

As regras a seguir são sugestões para o professor que, se quiser, pode estabelecer novas regras juntamente com cada turma. Antes de iniciar a partida, é bom estipular com os alunos o tempo que cada equipe terá para responder as perguntas (dois minutos parece ser razoável).

- Escolhe-se um aluno para ser o “juiz”, que deverá embaralhar as cartas e colocá-las todas num só monte, viradas para baixo. Ele também entrega uma tabela periódica para cada equipe.
- O juiz retira a primeira carta do monte e a lê para a equipe imediatamente à sua esquerda.
- O juiz confere a resposta na ficha de respostas que está em seu poder, dentro de um envelope, e se a resposta dada pela equipe for correta, um membro desta joga os dois dados e anda o número de casas que corresponde à soma dos números que saíram; passando a vez para a próxima equipe à esquerda responder a uma nova questão.
- Se a resposta for errada, é permitido que outra equipe, apenas mais uma (a primeira que levantar o braço, por exemplo) tente responder, enquanto a equipe anterior permanece no lugar e não joga os dados. Quem cair nas casas **15** e **41**, tem o direito, independentemente de quem é a vez de jogar, a uma nova carta e pergunta. A casa **33**, ou casa da bomba, deve ser combinado no início do jogo se valerá o retorno ao início do jogo, ou à posição anteriormente ocupada pela equipe que nela cair.
Ganha o jogo quem chegar ao FIM (casa 65), ou quem se aproximar mais dele.

Dentro da classificação de jogos proposta por GRANDO e incluída no capítulo 3 deste trabalho, este jogo, uma vez que pode ser utilizado no processo de ensino/aprendizagem, pode ser considerado como um jogo pedagógico que inclui formas mistas de jogos, como os de “azar”, os de estratégia e os de fixação de conceitos. O jogo por nós desenvolvido é misto porque não depende exclusivamente da sorte ou das habilidades estratégicas dos

alunos, mas mescla a sorte (ou azar) nos dados com habilidades de solução de problemas: interpretar, analisar, refletir, levantar hipóteses, etc., também servindo para fixar conceitos, podendo ser utilizado em substituição a usual lista de exercícios para fixação de conceitos.

7.2.3 - Aplicação do jogo

Ao término da aula em que os alunos resumiram as principais vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear a partir do filme “O átomo visto de perto”, foram avisados de que na aula seguinte participariam de um jogo cujos objetivos seriam fixar melhor os conceitos e a simbologia vistos anteriormente, e introduzir informações sobre muitas aplicações desconhecidas dos radioisótopos, mostrando como estas encontram-se próximas do cotidiano de cada um e dando mais sentido ao estudo do assunto.

Na aula seguinte, estabelecidos novamente junto aos alunos, os objetivos do jogo que estava sendo apresentado, passou-se à aplicação do mesmo por mais ou menos uma hora, tomando todo o tempo de nossa aula e mais alguns minutos da aula do próximo professor. Os dezenove alunos que estavam presentes distribuíram-se em três equipes de quatro e duas de três alunos, ficando um aluno como leitor das cartas e juiz.

O trabalho em equipes se justifica porque, além de todos os aspectos positivos relacionados na seção *Interesse/crescimento provocados pelos jogos* do capítulo 3, neste caso também auxilia o acompanhamento e intervenções do professor que se fizerem necessárias, pois, com um único tabuleiro e conjunto de cartas, é possível acompanhar até 20 alunos ao mesmo tempo. Para enfatizar mais uma vez a importância deste tipo de metodologia, citamos MORTIMER:

“ [...] a metodologia que usa o trabalho em grupo é um dos pilares para a construção do conhecimento, uma vez que fornece o estímulo de perspectivas diferentes sobre as quais os indivíduos podem refletir.

E DRIVER, que fala não só da importância das interações dialógicas professor/alunos, mas também das interações entre pequenos grupos de alunos, onde os mais competentes (ou experientes) fornecem uma estrutura para o curso do raciocínio, chamada de andaime por BRUNER (segundo DRIVER) enquanto ocorre a construção de novos significados e o desenvolvimento de novos esquemas de conhecimentos.

Foi justamente o que ocorreu durante a aplicação do jogo, os alunos com mais facilidade de aprendizagem explicavam o seu ponto de vista para os colegas do grupo e ajudavam no uso da tabela periódica; às vezes todos tinham um pouco de dificuldade, mas tentavam superá-las juntos.

Num outro momento, foi feito o preenchimento de questionário avaliativo das percepções que os alunos tiveram do jogo, e finalmente, testou-se as modificações das idéias prévias através de nova submissão dos registros anteriores, e de discussões em sala de aula.

Posteriormente, todos os registros foram submetidos pela professora/pesquisadora a um processo de análise e categorização cujos resultados vem logo a seguir.

Como dissemos, a aplicação do jogo sobre radioatividade não estava prevista para o 3º ano do ensino regular, por causa de mudanças curriculares/metodológicas ocorridas nos últimos dois anos, mas, percebi que seria uma boa oportunidade de revisar conteúdos básicos de estrutura atômica e de tentar construir com eles algumas noções básicas sobre radiações, além de passar algumas informações a mais sobre aplicações de radioisótopos. Falo de informações a mais porque durante a aplicação do questionário sobre as concepções prévias e as discussões iniciais, muitos alunos mostraram estar bem

informados tanto das aplicações como das implicações do uso de radioisótopos, em parte por terem maior acesso a internet do que os alunos do noturno e em parte por alguns estarem fazendo cursinho pré vestibular. Assim, da discussão sobre as pré concepções passou-se diretamente à aplicação do jogo e depois à sua avaliação e teste das modificações das idéias prévias.

7.3- Discussão dos resultados

7.3.1- Idéias prévias dos alunos do EJA

A partir da análise dos dados, identificaram-se pontos recorrentes nas respostas que puderam ser analisadas pelas categorias: a) simbologia b) materiais radioativos c) aplicações.

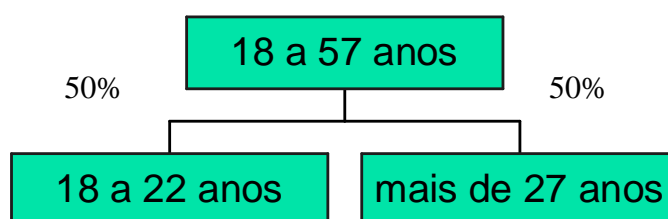


FIGURA 7.3: Distribuição dos alunos por faixa etária

Casualmente não havia na turma alunos com idades entre 23 e 26 anos, o que de certa forma, facilitou a divisão entre “mais novos e mais velhos”.

a) Simbologia

Q2 e Q3: sobre o conhecimento dos símbolos de alerta de radioatividade: 29 % dos alunos responderam que desconhecem os símbolos e 71 % responderam que conhecem um ou mais, no entanto, quando perguntados sobre o significado, a taxa geral dos que responderam corretamente cai para 50%. Por faixa etária temos:

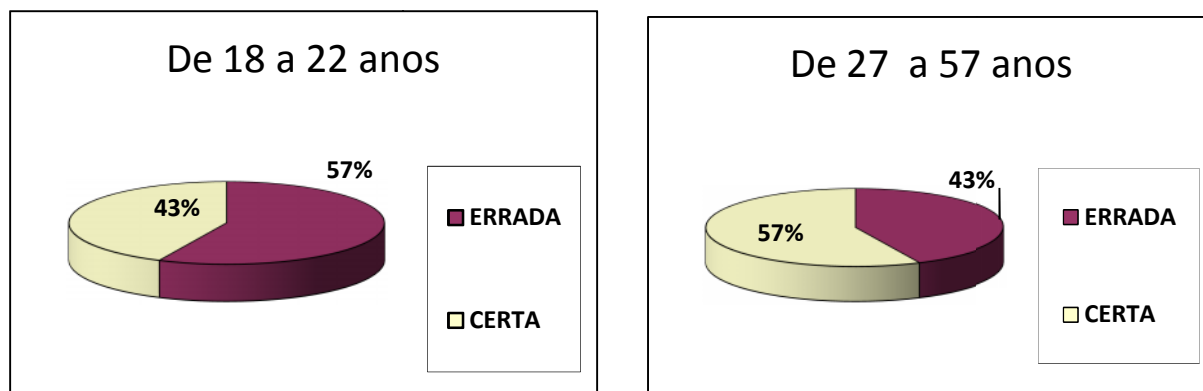


FIGURA 7.4- Respostas sobre o conhecimento dos símbolos de alerta de radioatividade

Os significados atribuídos aos símbolos de radiação foram: radiação, local com radiação, material radioativo e ventilação. Os que já tinham visto um dos símbolos (exceto o de irradiação de alimentos que ninguém conhecia) citaram como fonte livros, internet, hospital, usina nuclear, caminhão, televisão (a mais citada) e aparelho de microondas.

b) Materiais

Q.5 e Q. 6 : mencionar materiais radioativos e dizer para que são utilizados.

Dos alunos mais jovens, apenas 36% responderam as questões sobre materiais radioativos, os demais não responderam por que não sabiam . Entre os que sabiam, as respostas ficaram igualmente distribuídas entre microondas, pilhas, celulares, tv, “chumbo” e raios X que teve um número maior de citações, inclusive entre os mais velhos. A pessoa que citou chumbo talvez tenha feito ligação com armas nucleares, porque disse que o chumbo é usado “*em munições e nas guerras*”. Nas respostas dadas a estas questões ficou clara a confusão que é feita entre material radioativo (fonte de partículas radioativas e/ou de raios gama, provenientes de núcleos instáveis), e as ondas

eletromagnéticas (radiação) geradas quando alguns aparelhos domésticos estão em funcionamento ou quando uma máquina de RX é ativada.

Os alunos com idade superior a 27 anos demonstraram um conhecimento maior sobre materiais radioativos quando citaram urânio e césio. Porém, uma pessoa escreveu que urânio é utilizado para fazer RX, e outra escreveu que césio é utilizado em bateria de celulares.

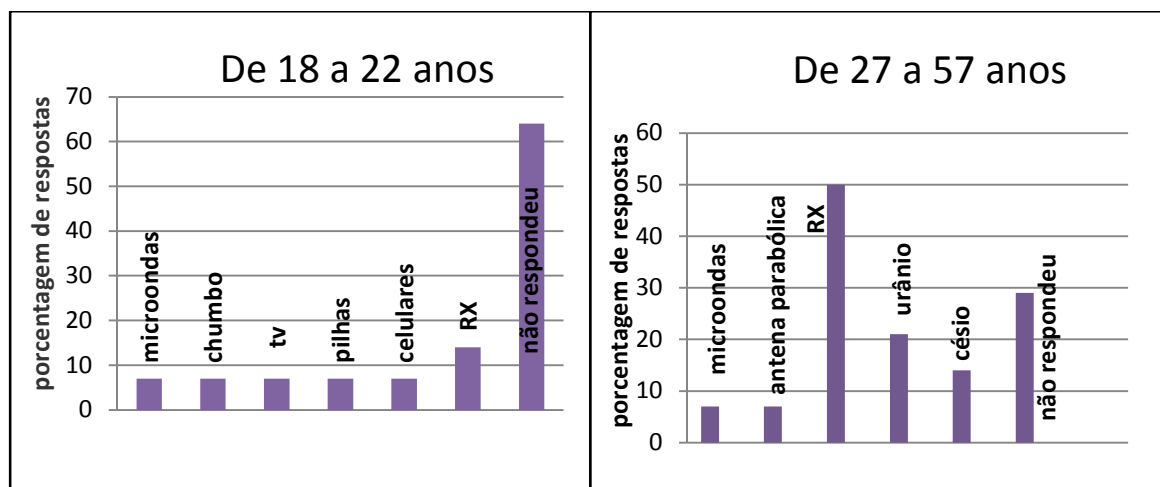


FIGURA 7.5- Respostas sobre materiais radioativos

c) Aplicações

Q 4 . O que é ou para que serve uma usina atômica.

Novamente a taxa dos que responderam corretamente é maior acima dos 27 anos. No entanto, entre as respostas corretas, nenhuma foi claramente direcionada à produção de energia elétrica; alguns falaram apenas em “gerar energia”, outros em produzir energia nuclear”.

Entre os que tem alguma idéia (mas não necessariamente correta) da utilidade de uma usina atômica, apareceram as respostas “para gerar testes nucleares”, “para fazer fusão nuclear” e “para produzir bombas”(a mais citada).

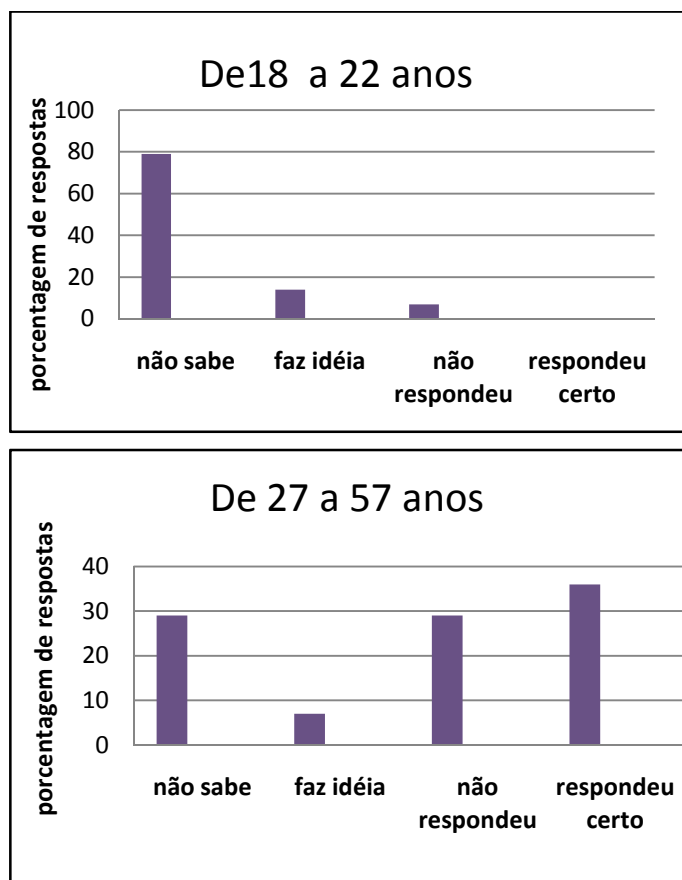


FIGURA 7.6- Respostas sobre o que é uma usina atômica

Q. 8 : Se conhece outras aplicações para a energia nuclear

Nenhum dos alunos com idade até 22 anos soube citar outra utilidade para a energia nuclear; entre os mais “experientes”, houve um que citou bombas e outro foguete (no ensino regular foi citada a radiação solar que é utilizada em painéis para aquecimento e o uso da tomografia em diagnósticos médicos).

Na questão 7, que era para dar opiniões sobre o uso da energia nuclear, as respostas entre os dois grupos foram mais ou menos homogêneas e apresentamos um gráfico geral:

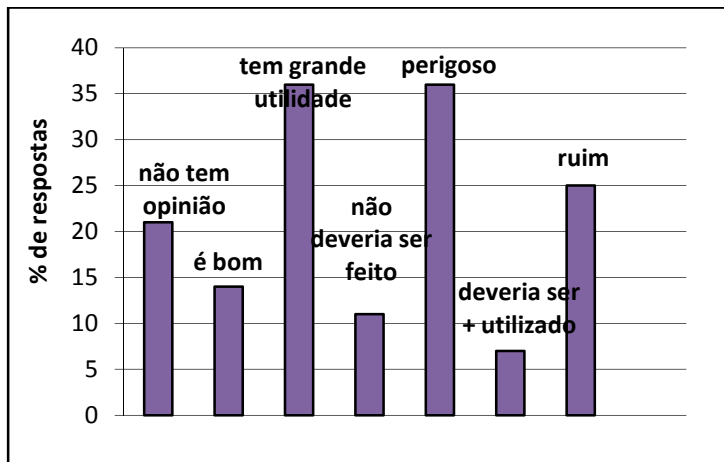


FIGURA 7.7- Opiniões sobre energia nuclear

Ficou claro nas respostas que, de uma maneira geral, nossos alunos são mal informados e muitas vezes confundem o pouco de informação que possuem. Os mais velhos tem mais conhecimentos, o que se justifica pela maior experiência de vida e interesse de alguns. Grande parte dos alunos e da sociedade em geral desconhece as aplicações pacíficas dos radioisótopos na indústria; na agricultura e na medicina, no diagnóstico de doenças, e com isso tem apenas idéias negativas do seu uso, associando o tema tão somente com aplicações bélicas.

No teste final de modificação de concepções, aplicado após o uso do jogo, os alunos passaram a citar outros elementos radioativos além do urânio e césio, conhecer melhor a simbologia e aplicações da energia atômica e aprenderam que uma usina atômica serve para gerar energia elétrica, e não, produzir bombas como muitos imaginavam. Alguns alunos que tinham a opinião de que o uso da energia nuclear “não deveria ser feito” modificaram-na para “deveria ser mais utilizada”.

7.3.2 - Resultados da Avaliação do Jogo

7.3.2.1- Modelo de questionário de avaliação do jogo

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO JOGO SOBRE RADIOATIVIDADE

PROCURE COMENTAR UM POUCO SUAS RESPOSTAS ÀS QUESTÕES 2 A 7

- 1) Você já havia participado de algum jogo como atividade em alguma disciplina? Em caso afirmativo, em qual matéria?
- 2) Você gostou desse jogo? SIM () NÃO () Justifique.
-
-

- 3) Que grau de dificuldade vc. atribui a ele ?
() muito difícil () muito fácil () fácil () difícil
() moderado

- 4) Você acha interessante aprender através de um jogo?

- 5) Você acha que este jogo serviu para:
() melhorar os seus conhecimentos sobre a estrutura do átomo
() melhorar sua habilidade no manuseio da tabela periódica
() acrescentar informações ou esclarecimentos tanto dos usos pacíficos como das conseqüências do mau uso da radioatividade
() Outros: _____
() não contribuiu em nada
-
-

- 6) Considerando o tema abordado neste jogo, a radioatividade, você acha que ele promove um trabalho interdisciplinar ? Com quais disciplinas ?
-
-

- 7) O jogo despertou mais o seu interesse sobre o assunto ? E sobre a química em geral?
-
-

- 8) Você sugere alguma modificação na aplicação deste jogo ? Qual (is)?

Os alunos que participaram do jogo responderam um questionário com sete questões abertas para avaliá-lo, e uma de sugestões, cujos resultados tanto para o EJA como para o ensino regular estão a seguir.

Q1 . Se já havia participado de algum jogo como atividade em alguma disciplina

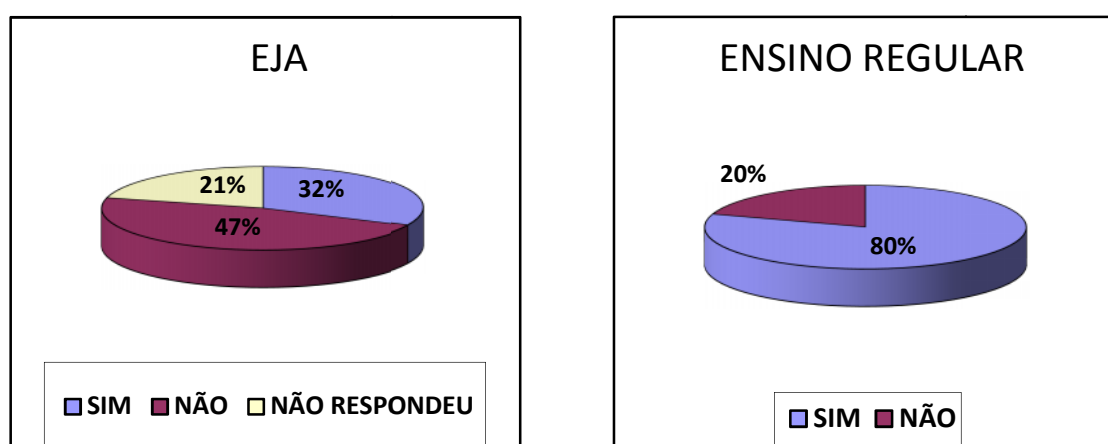


FIGURA 7.8- Respostas da Q. Se já havia participado de algum jogo como atividade em alguma disciplina

Podemos notar uma diferença gritante entre os dois períodos (diurno e noturno) o que indica que a noite este tipo de atividade não é levado em conta, talvez pela maior idade apresentada pelos alunos e/ou por falta de tempo no cronograma. No período da manhã, a matemática foi a disciplina citada unanimemente e uma pessoa citou biologia nas disciplinas que promoveu jogos. À noite, além de matemática e português (as mais citadas) também apareceu história e física.

Q 2 .Você gostou deste jogo ?

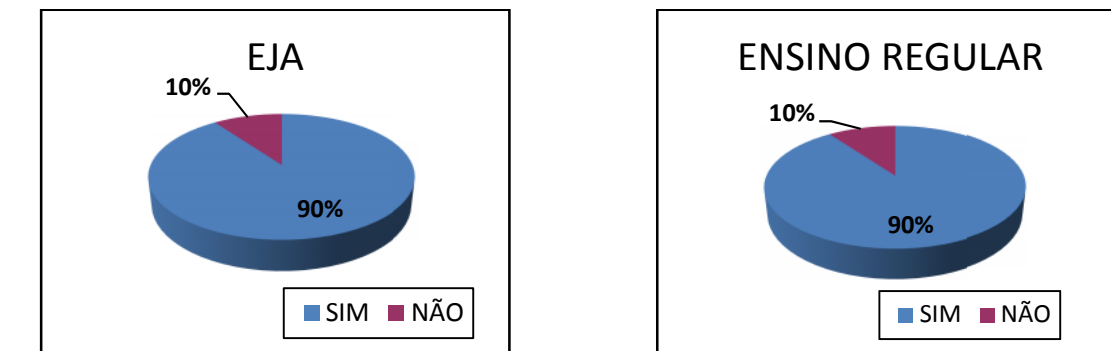


FIGURA 7.9- Respostas da Q. Você gostou deste jogo?

As justificativas para os alunos terem gostado do jogo estão resumidas nas considerações finais. Dos poucos que marcaram que não gostaram, uns não justificaram. Por ter considerado o jogo como ‘difícil’, pode estar aí um motivo, outro justificou não ter gostado, dizendo que “*ouve (sic) falcatruagem (sic) do juiz.*”, e outra possível causa do desgosto é que o tempo para responder era limitado, o que deixou os alunos mais lentos desapontados (principalmente no EJA).

Q 3. Que grau de dificuldade você atribui ao jogo?

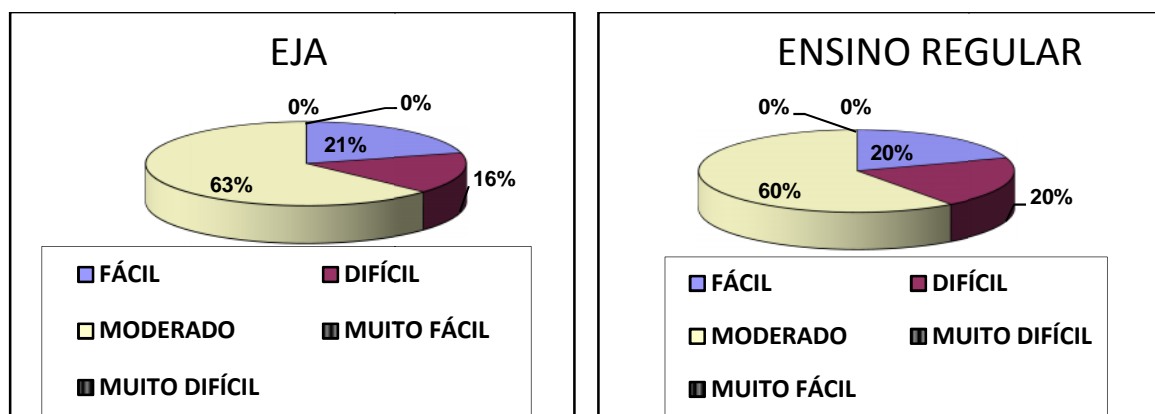


FIGURA 7.10- Respostas da Q. Que grau de dificuldade você atribui ao jogo ?

O grau de dificuldade atribuído pela maior parte dos alunos ficou dentro do esperado uma vez que as perguntas/problemas foram montados com diferentes graus de dificuldade e os próprios alunos colocaram que havia

perguntas fáceis e outras difíceis. Outros justificaram o “moderado” dizendo que o jogo “não é fácil, nem difícil”. Alguém justificou o “difícil” pelo fato de ter de “raciocinar, calcular e interpretar muito”.

Cabe aqui analisar que a maioria dos alunos não considerou o jogo como uma atividade fácil e ainda assim a aprovaram e apreciaram. Este fato contradiz o senso muitas vezes comum de que nossos alunos só gostam de atividades fáceis.

Q 4. Você acha interessante aprender através de um jogo?

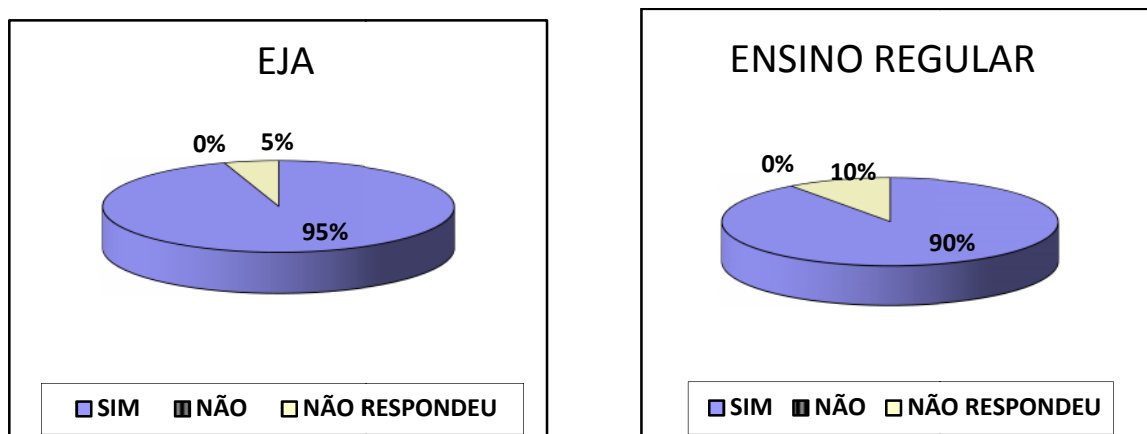


FIGURA 7.11- Respostas da Q. Você acha interessante aprender através de um jogo ?

Q 5. Este jogo serviu para?

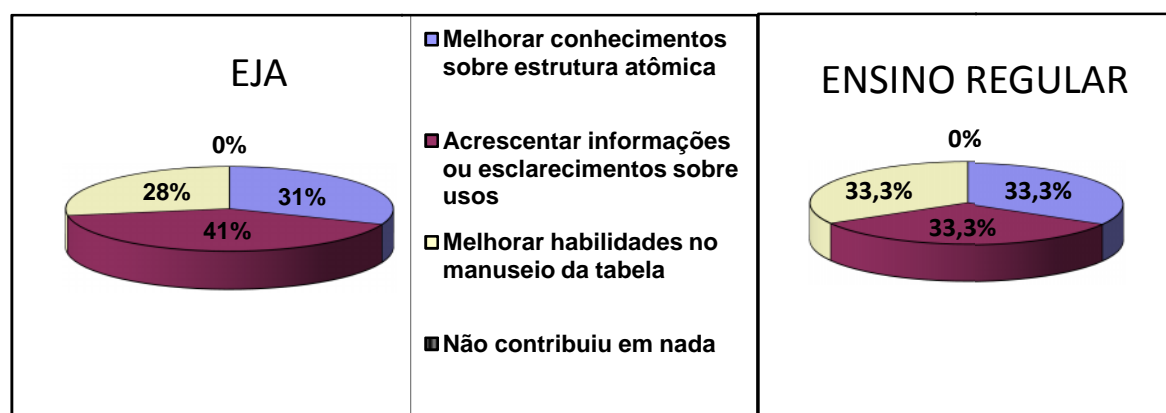


FIGURA 7.12- Respostas da Q. Este jogo serviu para:

Notamos que o item “Acrescentar informações ou esclarecimentos tanto dos usos pacíficos como das conseqüências do mau uso da radioatividade” destaca-se como resposta mais marcada no EJA enquanto no Ensino Regular, todas as respostas tiveram a mesma porcentagem de escolha. Isto reforça o que observamos nos questionários e discussões das pré- concepções (seção 7.2), que os alunos do período da manhã mostram-se melhores informados. Nos dois períodos letivos, observamos que os itens “Melhorar conhecimentos sobre estrutura atômica” e “Melhorar habilidades no manuseio da tabela periódica” tiveram o mesmo peso nos objetivos alcançados pela aplicação do jogo.

Q 6. O tema abordado no jogo promove um trabalho interdisciplinar?

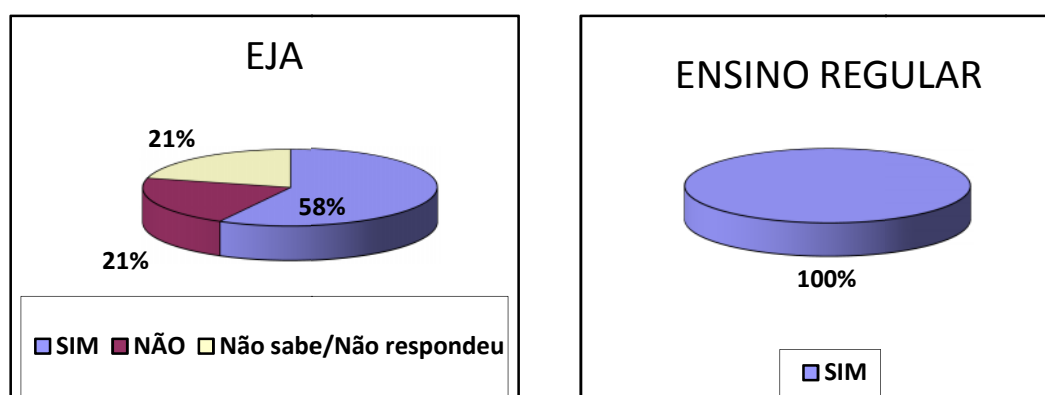


FIGURA 7.13- Respostas da Q. O tema abordado no jogo promove um trabalho interdisciplinar?

Como podemos ver, os alunos do EJA tiveram muita dificuldade em perceber os contextos multidisciplinares presentes no jogo, já os alunos da manhã não tiveram dificuldade alguma. As disciplinas mais citadas nos dois turnos (além da química) foram matemática, biologia e física. O EJA também citou história enquanto o Regular citou português e geografia.

Q 7 . Se o jogo despertou mais o interesse por radioatividade e sobre a química

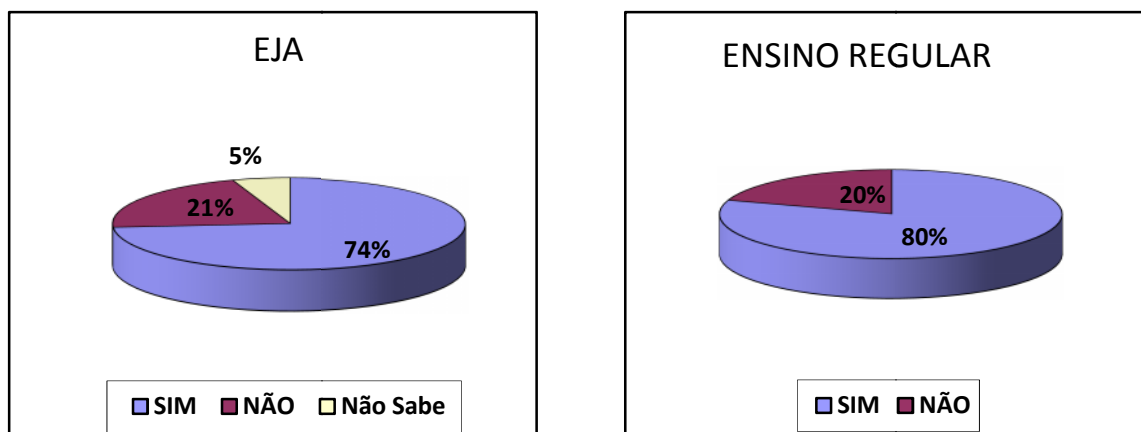


FIGURA 7.14- Respostas da Q. Se o jogo despertou mais o interesse por radioatividade e sobre a química

Foram poucos os alunos que justificaram o porque do jogo não ter (ou ter) despertado mais o seu interesse e destacamos algumas respostas que foram transcritas integralmente do questionário de avaliação:

Para o EJA:

A1 : *“Não despertou, mais (sic) acho interessante aprender desta forma.”*

A2 : *“Um pouco dos dois tanto do assunto como de química.”*

A3 : *“Sim gostaria de aprender mais.”*

A4 : *“Não despertou preciso aprender mais.”*

A5 : *“Sim, a química é muito interessante.”*

Para o Ensino Regular:

A1: *“ Sim. Para a gente querer aprender mais.”*

A2 : *“Sim, adoro química e radioatividade é incrível.”*

7.3.3- Considerações finais

Para o aluno do EJA que geralmente é um aluno que trabalha o dia inteiro, possui muito pouco tempo disponível, e tem a escola como única fonte de novos conhecimentos gerais (e as vezes a empresa que fornece algum curso

específico de capacitação) era esperado que o aspecto mais marcado sobre a utilidade do jogo tenha sido o de acrescentar ou esclarecer informações sobre os usos pacíficos e dos maus usos da radioatividade. Neste sentido, o jogo foi uma importante ferramenta na integração dos conhecimentos pelo trabalho interdisciplinar que proporcionou. O jogo também proporcionou uma melhora nas habilidades de manuseio da tabela periódica, ou seja, os alunos tiveram de buscar informações como números atômicos, símbolos e nomes de elementos, ajudando a fixar os conceitos relacionados à estrutura atômica.

A quase unanimidade dos que apontaram ser interessante aprender através de um jogo, ainda que alguns não tenham gostado de jogar este em particular, justificou ter gostado do jogo/ ser interessante aprender jogando, com as frases transcritas abaixo:

A1: *“É de raciocínio e eu gosto de desafios.”*

A2 : *“Muitas vezes aprendemos mais através de jogos do que em aula de “matéria”.”*

A3 : *“A aula se torna mais descontraída..”.*

A4 : *“É um bom jeito de estimular os alunos e aprender brincando...”*

A5: *“A matéria acaba ficando muito mais interessante...”*

A6: *“Ensinou que radioatividade é importante...”*

A7: *“Aprendi coisas que eu não sabia...”*

A8: *“O aluno se diverte enquanto aprende...”*

A9: *“É uma maneira de estimular o raciocínio...”*

A10: *“Podemos adquirir conhecimentos dos colegas e somar com os nossos...”*

A fala do último aluno demonstra a importância do trabalho em equipes como suporte para os que tem dificuldade e na construção conjunta de novos significados e, portanto, de uma aprendizagem mais significativa.

Conclusão

“Cada minuto está cheio de possibilidades não realizadas, o comportamento que se realizou é uma parte insignificante dos comportamentos possíveis.”

Lev Semenovich Vygotsky

Conclusão

Neste trabalho, procurou-se apresentar novas abordagens para o tratamento de conceitos abstratos de estrutura atômica e radioatividade, as quais são mais significativas para o aluno ao mesmo tempo em que são articuladas com outras disciplinas e com a temática sócio/ambiental. Também se buscou superar a visão descontextualizada que é passada quando se trabalha da forma tradicional, conteudista e segmentada, e desenvolver uma visão mais ampla e integrada do conhecimento científico. Um jogo, como o proposto neste trabalho, é uma alternativa viável para contextualizar conhecimentos da estrutura da matéria e propiciar uma aprendizagem mais significativa. Um jogo bem estruturado na medida em que explore suficientemente a interdisciplinaridade, os temas transversais, como o meio ambiente, e os aspectos CTS - ciência, tecnologia e sociedade, pode possibilitar a discussão e a reflexão de nossos alunos vindo a contribuir para o desenvolvimento de muitas habilidades como habilidades lógico-matemáticas, lingüísticas, intrapessoal e interpessoal.

O ensino de Química e Física (assim como de matemática, de biologia, etc.) deve fornecer a fundamentação científica que auxilie na interpretação do mundo e nas mudanças conceituais necessárias para que esta interpretação seja a mais próxima possível da realidade. Não pode limitar-se à simples transmissão de informações, definições e leis isoladas sem relação com a vida dos alunos.

Podemos dizer que este jogo em especial, ajudou a promover uma melhor alfabetização científica, uma vez que os alunos perceberam que o tema radioatividade está muito mais presente no cotidiano do que eles imaginavam, ao mesmo tempo em que passaram a conhecer um pouco mais da linguagem e simbologia química.

O uso de um jogo em sala de aula estimula a curiosidade, desenvolve o interesse e a construção gradativa da competência para questionar e analisar as informações existentes, e conseqüentemente, de propiciar o desenvolvimento de competências para tomada de decisões.

Além disso, pela experiência que tivemos, um jogo:

- auxilia na fixação de conceitos
- permite introduzir conceitos novos
- gera oportunidades de compreensão dos erros e acertos
- melhora a autoconfiança do aluno
- torna a aula mais dinâmica
- favorece uma maior atenção e concentração

No que se refere ao trabalho do professor/pesquisador (podemos considerar assim todos os professores que buscam compreender o porque das dificuldades de seus alunos em aprender) o uso de resultados de pesquisa, mesmo que informal, sobre as pré- concepções dos alunos, permite prever situações problemáticas e dificuldades que poderão surgir, e planejar de antemão como enfrentá-las, preparando argumentos e evidências para lidar com estas situações. Por conta do pequeno número de aulas de Ciências (Física, Química e Biologia), na grade curricular do ensino médio, geralmente duas aulas semanais, e dependendo da escola, até menos, muitas vezes nós professores, acabamos deixando passar este importantíssimo aspecto do processo ensino/aprendizagem que nos auxilia a melhor organizar a forma de pensar e aprender de nossos alunos.

Este mestrado profissional, e em especial a pesquisa de referenciais teóricos sobre jogos e ensino de Ciências, propiciou boas reflexões sobre o ensino de Química e de Ciências e mostrou que nossa prática não está afastada,

mas na verdade está bem próxima, do que pregam muitos especialistas na área. Ainda assim, pudemos aprender muito com todos os autores e também reforçar o que conhecíamos em termos de metodologias de ensino, pela experiência de sala de aula. E, importante lembrar, que o que ainda restava da minha antiga imagem negativa sobre aplicações da energia nuclear, pode ser modificada após as descobertas realizadas com a pesquisa. A parte lúdica de todo o trabalho foi, sem dúvida, o desenvolvimento do jogo e das situações-problema a partir da pesquisa paralela sobre radioisótopos. Por conta das dificuldades, principalmente de tempo para conciliar o trabalho profissional com o trabalho acadêmico, deixei de incluir nesta dissertação pelo menos dois tópicos que deixo como sugestão para futuros trabalhos de pesquisa:

- Levantamento da influência que os filmes e desenhos animados exercem na formação de conceitos químicos e físicos em geral, ou mais especificamente, no caso da radioatividade.

- Como ensinar Química dentro de uma visão da Teoria das Múltiplas Inteligências.

Esperamos com este trabalho, ter colaborado tanto com professores atualmente no exercício da função, como com professores coordenadores e futuros professores na área de Ciências, para a valorização do uso de jogos em sala de aula. E contamos que a produção deste material didático, uma das exigências do mestrado profissional na área de ensino, possa ser futuramente disponibilizada na rede estadual, para que um número maior de profissionais possam utilizá-lo em suas escolas, ou fiquem motivados a produzir o seu próprio material. Aliás, o conjunto de cartas-questões pode e deve ser periodicamente revisado e atualizado, conforme novas tecnologias forem sendo descobertas e divulgadas.

REFERÊNCIAS

AMBROGI, A.; VERSOLATO, E.F.; LISBÔA, J.C.F. **Unidades modulares de química: unidade IV**. São Paulo, SP: ed. Hamburg/Cecisp, 1986.

ANDRELLLO, A.C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARÃES, M. F. **Uso do céσιο-137 para avaliar taxas de erosão em cultura de soja, café e pastagem**. Rev. Bras. Ciênc. Solo. Viçosa, MG, v.27, n.2, p.223-229, 2003.

ANELE, A.C. **O enfoque CTS em sala de aula: uma abordagem diferenciada utilizando a unidade de aprendizagem em educação química**. Faculdade de Física. 2007. 109 f. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS.

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Petrópolis, RJ:ed. Vozes, 2000. 295 p.

ATKINS, P.; JONES, L. **Química nuclear**. In: _____ . Princípios de química, São Paulo: ed. Bookman, 1999. p.817-849.

BARBOSA, M.C.S. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Revista Educação & Sociedade, Campinas, v. 18, n.59, p. 398-404, 1997.

BELL, J. Criando e aplicando questionários. In: _____. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 119-133.

_____. Interpretando as evidências e relatando as conclusões. In: _____. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p.171-195.

BRANSFORD, J.D.; BROWN, A.L.; COCKING, R.R. Aprendizagem: da especulação à ciência. In: _____. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. São Paulo: ed. Senac, 2007. p.19-47.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio (PCNEM)**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília: MEC, 2008. 137 p.

CAILLOIS, R. **Los juegos y los hombres, la máscara y el vértigo**. México: Fondo de Cultura Económica, 1994. (colección popular)

CARDOSO, Eliezer de Moura et al. **Aplicações da energia nuclear**. Rio de Janeiro. 18 p. Cnen-Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp Acesso em fevereiro de 2009.

CARDOSO, Eliezer de Moura et al. **Energia Nuclear**. Rio de Janeiro. 29 p. Cnen-Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf
Acesso em fevereiro de 2009.

CHAIM, C. Crise reaviva debate sobre opção nuclear. Folha de S.Paulo, SP. Caderno Dinheiro. 01/7/2001.

CHASSOT, A.I. Alfabetização científica e cidadania. In: _____ . **Alfabetização Científica: Questões e desafios para a educação**. Ijuí : Ed. Inijuí, 2003a. p.31-52.

_____. Linguagem(Química) e poder na sala de aula. In: _____ . **Alfabetização Científica: Questões e desafios para a educação**. Ijuí : Ed. Inijuí, 2003a. p.111-131.

_____. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100 , 2003b.

_____. **Raios-X e radioatividade**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 2, p.19-22, 1995.

CHEMELLO, Emiliano. **O que é radioatividade**. Caxias do Sul, RS. Núcleo de Apoio ao Ensino de Química. Departamento de Física e Química. Universidade de Caxias do Sul. Disponível em www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_16.htm

COLLINS, K.E.; JARDIM, I.C.S.F.; COLLINS, C.H. **O que é céscio-137 ?**. Química Nova, São Paulo, v. 11, n.2, p.169-178, 1988.

DE PAULA, J.A. **Lembrar Huizinga:1872-1945**. Revista Nova Economia, Belo Horizonte. 15 (1) p. 141-148, 2005.

DRIVER, R. et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 9, p. 31-40, 1999.

DUFFY, B. Análise de evidências documentais. In: BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 107-117.

DUFLO, C. **O jogo de Pascal a Schiller**. Porto Alegre: Artmed Editora. 1999. 85 p.

FELÍCIO, A. K. C.; Bortoloto, T.M.; Campos, L.M.L. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. Disponível em <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf> acesso em 15 de junho de 2008.

FERREIRA, J.C. **Raios-X no ensino médio no contexto de ciência, tecnologia e sociedade**. Rio de Janeiro: UFRJ/ IF. 2006. 58 P. Trabalho de conclusão de curso.

GOES, D. de C. **O jogo de xadrez e a formação do professor de matemática**. 107 p. Dissertação de mestrado. Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.

GOLDSMITH, B. **Gênio Obsessivo: o mundo interior de Marie Curie**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006. 222 p.

GONÇALVES, A. **Reator produzirá remédio no Brasil.** Estado de São Paulo

GONÇALVES, O.D.; ALMEIDA, I.P.S. de. **A energia nuclear e seus usos na sociedade.** Ciência Hoje, v.37, n.220, p.36-44, 2005.

GRANDO, R.C. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação, UNICAMP. Campinas, SP. 1995. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000084233> Acesso em 11/4/10.

FURTADO, F. **Angra 3: uma decisão polêmica.** Ciência Hoje, v.43, n. 254, p. 40-45, 2008.

HUIZINGA, J. **Homoludens: o jogo como elemento da cultura.** São Paulo: Perspectiva, 2007.

KHAN, H.A.; TUFAIL, M.; QURESHI, A.A. **Radon signals for earthquake prediction and geological prospection.** Journal of Islamic Academy of Sciences.3:3, p.229-231, 1990. Disponível em: http://www.medicaljournal_ias.org./3_3/khan1.pdf Acesso em setembro de 2009.

KISHIMOTO, T. M. **O brinquedo na educação. Considerações históricas.** In: Séries Idéias, n.7, São Paulo: FDE, 1995. p.39-45. Disponível em http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_07_p039-045_c.pdf, acesso em 15 de junho de 2008.

LAGE, J. Angra cria primeiro grande depósito de lixo nuclear. Folha de S.Paulo, SP. Caderno Ciência. 13/3/2009.

MACEDO, L. de; PETTY, A. L.S.; PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artmed, 2005. 110 p.

_____. **Aprender com jogos e situações-problema.** Porto Alegre: Artmed, 2000. 116 p.

_____. Situação problema: forma e recurso de avaliação, desenvolvimento de competências, e aprendizagem escolar. In: PERRENOUD, P. et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 113-135.

MACHADO, A.H.; MOURA, A.L.A. **Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química.** Química Nova na Escola, n.2, p.27-30, 1995.

MACHADO, N.J. Sobre a idéia de competência. In: PERRENOUD, P. et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed, 2002. p.137-155.

MANASSERO, M.A; VÁSQUEZ, A.; ACEVEDO, J.A. El movimiento ciencia- tecnología- sociedad y la enseñanza de las ciencias. In: _____. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat.** Palma de Mallorca (Espanya): Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de Illes Balears. 2001. Disponível em: <http://www.oei.es/catedramexico5.htm> Acesso em abril de 2010.

MANTOVANI, F. Exame ajuda a identificar se dor no peito é cardíaca. Folha de S.Paulo, SP. 21/3/2009.

MELLO, M et al. **A radioatividade como tema para a interdisciplinaridade e contextualização.** Disponível em <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/A%20radioatividade.pdf>, acesso em 15 de junho de 2008.

MOREIRA, M.A. **O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências.** Em Aberto, Brasília: INEP/MEC, n. 40, p. 43-54, 1988.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais como recurso instrucional e curricular. In: _____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: ed. UNB, 2006a. p.45-71.

MOREIRA, M.A. Diagramas V como recurso instrucional e curricular. In: _____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: ed. UNB, 2006b. p.97-134.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências.** Belo Horizonte: Editora da UFMG. 2006. 383 p.

MUENCHEN, C.; AULER, D. **Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos.** Ciência & Educação [on line], Bauru, v.13, n.3, p. 421-434. 2007. Acesso em junho de 2010.

NICOLETTI, A.A.M.; FILHO, R.R.G. **Aprender brincando- a utilização dos jogos, brinquedos e brincadeiras como recurso pedagógico.** Revista de Divulgação Técnico-Científica do ICPG, v.2, n.5, 2004.

OLIVEIRA, M.F. de. **A rica polêmica sobre o urânio empobrecido.** Ciência Hoje, v. 41, n.241, p.36-43, 2007.

PERRENOUD, P. et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed, 2002. 176 p.

PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L. do. Reações nucleares. In: _____. **Química** : vol. Único. São Paulo: ed. Moderna, 1999. p.190-204.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. do. Radioatividade: fenômenos de origem nuclear. In: **Química na abordagem do cotidiano.** v.2. São Paulo: ed. Moderna, 2003. p.293-315.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio.** Ciência & Educação, Bauru: [online]. vol.13, n.1, p. 71-84. 2007. Acesso em junho de 2010.

POZO, J.I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL et al. **Os conteúdos na reforma.** Porto Alegre: Artmed, 2000. p.19-71.

RUSSEL, V.J. **Using games to teach chemistry: an annotated bibliography.** Journal of Chemical Education. v.76, n.4., p.481-487. 1999.

SANTOS, E.S. **A utilização de jogos na educação matemática.** Vitória da conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/DCE. 2006. 27 p. Trabalho de conclusão de curso.

SANTOS,W.L.P.dos. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios.** Revista Brasileira de Educação[on line]. Rio de Janeiro. v.12, n.36, p. 474-492 , 2007. Acesso em junho de 2010.

SANTOS,W.L.P. dos.; SCHNETZLER, P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 144 p.

SANTOS,W.L.P. dos.; SCHNETZLER, P. **O que significa ensino de química para formar o cidadão?** Química Nova na Escola. São Paulo, SP, n. 4, p.28-34. 1996.

SANTOS,W.L.P. dos. et al. Átomos, Radioatividade e energia nuclear. In: _____. **Química & Sociedade.** São Paulo,SP: ed. nova geração, vol. único, 2006. p.682-731.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria Estadual de Educação. **Proposta Curricular do Estado-Química.** 2008. 56 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria Estadual de Educação. **Subsídios para a implementação da proposta curricular de química para o 2º grau.** Vols.I, II, III. 1978 e 1979.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria Estadual de Educação. **Proposta Curricular para o ensino de Física-2º grau.** Secretaria Estadual de Educação. 1986.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria Estadual de Educação. **Proposta Curricular para o ensino de Física-2º grau.** Secretaria Estadual de Educação. 1992.

SCHNETZLER,R.P. ; ARAGÃO,R.M.R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química.** Química Nova. São Paulo, SP, n.1, p. 27-31.1995.

SILVA,D. da. **De onde vem as palavras; origens e curiosidades da língua portuguesa.** 14ª ed. São Paulo,SP: A Girafa Editora LTDA, 2004.

SILVA, E.S. da. et al. **Dilemas e problemas de futuros professores no planejamento de materiais para o ensino de química.** Encontro nacional de ensino de química,14, 2008, Curitiba.
Disponível em www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/index.htm acesso em junho de 2009.

SILVA, A.M.T.B.; METTRAU, M.B.; BARRETO, M.S.L. **O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos.Brasília. v. 88, n.220, p. 445-458, 2007.

SILVA, R.C.; SOARES,M.H.F.B. **Concepções dos alunos de ensino médio sobre o tema energia nuclear: benefícios, malefícios e o acidente radiológico de Goiânia.** In:Encontro nacional de ensino de química,14, 2008, Curitiba. Disponível em www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/index.htm Acesso em junho de 2009.

SMITH,P.D. **Os homens do fim do mundo: o verdadeiro dr. Fantástico e o sonho da arma total.** São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2008. 572 p.

SOARES, M.H.F.B.; CAVALHEIRO,E.T.G. **O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica.** Química Nova na Escola, n ° 23, p.27-31, 2006.

SOARES, M.H.F.B. **O lúdico em química: jogos e atividades lúdicas aplicados ao ensino de química**. 195 p. Tese de doutorado(ensino de química). IQ/UFSCAR,São Carlos. 2004.

SOUSA,W.B. **Física das Radiações: uma proposta para o ensino médio** . 110 p. Dissertação de mestrado.Faculdade de educação. USP. São Paulo. 2008.

SULEIMAN, Amal Rahif. **O jogo e a educação matemática: um estudo sobre as crenças e concepções dos professores de matemática quanto ao espaço do jogo no fazer pedagógico**. Dissertação de mestrado.Faculdade de Ciências e Letras, UNESP. Araraquara, SP, 2008.

TASCA, Rodolfo Áureo. **Estrutura da matéria e tabela periódica no ensino de ciências para a 8ª série – caminhos alternativos no ensino de química**.Dissertação de mestrado.Instituto de Química.UNICAMP. Campinas, SP, 2006.

VYGOTSKY,L.S. O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância. In:_____. **Pensamento e linguagem**. 3ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, p.71-101, 1991.

_____. Pensamento e palavra. In_____. **Pensamento e linguagem**. 3ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, p.103-132, 1991.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. **Ciencia, Tecnología, Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI**. In: I Congreso Internacional “Didáctica de las ciencias” y VI Taller Internacional sobre la enseñanza de la física. La Habana, Cuba: Academia. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI . 1999. Disponível em : <http://www.oei.es/catedramexico5.htm> Acesso em março de 2010.

VOGT,C.; POLINO,C(org.). **Percepção pública da ciência-resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai**. Campinas, SP: ed. da Unicamp; São Paulo,SP: Fapesp, 2003.

Disponível em: <http://www.uefs.br/antares/docs/mct.pdf>

WIKIPÉDIA.A enciclopédia livre .**Elementos radioativos** (vários). Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/> . vários acessos entre outubro e novembro de 2009.

XAVIER,A.M. et al. **Marcos da história da radioatividade e tendências atuais**. Química Nova na Escola. v. 30, n.1, p. 83-91, 2007.

Outras referências eletrônicas- Sites da Internet

www.aben.com.br (associação brasileira de energia nuclear)

www.cnen.gov.br

www.etall.hpg.ig.com.br/goiania.html (sobre o acidente de goiânia)

www.greenpeace.org.br

http://radio_teleterapia.vilabol.uol.com.br/radioatividade.htm

www.ipen.br

<http://portal.mec.gov.br/>

www.src.gov/general/sci-tech/technologies/vitrification/default.html

<http://imagens.nomer.com.br/26814/html/39881.htm> (sobre radiologia industrial)

www.biodiesel.com/energia/nuclear

http://www.slideshare.net/capitao_rodrigo/aplicaes-das-radiaes-agroindustria-1443072(sobre aplicações das radiações)

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiacaoalimentos.htm>

www.tecnologiaradiologica.com/materia_riconceito

www.ced.ufsc.br/.../gamagraf_ind.htm

FONTES DAS ILUSTRAÇÕES UTILIZADAS NO TEXTO:

FIGURA 6.1: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp

FIGURA 6.2: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp

FIGURA 6.3: www.terra.com.br/reporterterra/nuclear/rep_09htm

FIGURA 6.4: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u569868.shtml>

FIGURA 6.5: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp

FIGURA 6.7: <http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/02/Gabarito2.html>

FONTES DAS ILUSTRAÇÕES UTILIZADAS NO TABULEIRO E CARTAS DO JOGO:

Tabuleiro:

Radiofármacos/radioisótopos: <http://www.biodieselbr.com/energia/nuclear/energia-nuclear-saude.htm>

Série de decaimento: <http://cienciaxreligiao.blogspot.com/2007/07/bomba.html>

Molécula de fulereno:

<http://manutencao.net/blogs/lubrificacaoemfoco/2008/10/11/nanotecnologia-uma-revolucao-em-escala-atmica/>

Usina nuclear: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/nuclear/nuclear.htm>

Átomos: http://sir.lancelot.sites.uol.com.br/fisica/fisica_estrutura.htm

http://es.catholic.net/catholic_db/imagenes_db/jovenes/atomo.jpg

<http://blog.opovo.com.br/ancoradouro/categoria/ciencia/>

Símbolo da AIEA : <http://www.sttss.edu.hk/history/HistoryWebsiteLink/IAEA.jpg>

Cogumelo atômico: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/hiroshima-e-nagasaki/ataque-atomico-sobre-o-japao.php>

Alimentos irradiados: <http://www.uff.br/irradiacao/>

Espectro eletromagnético: http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/grupo_Eneas/Waldair

Símbolo de alerta para radioatividade :

http://www.eletronuclear.gov.br/noticias/integra.php?id_noticia=391

Cartas:

1. morangos irradiados: <http://www.ipen.br/sitio/?idm=255>
2. bomba little boy: <http://cienciaxreligiao.blogspot.com/2007/07/bomba.html>
3. ossos com câncer: www.tratamentodocancer.com/wp-content/digital
4. gamagrafia em tubo: <http://tecnologiardiologica.com/#inicio>
5. atmosfera: www.mundoeducacao.com.br/.../a-composicao-ar.htm
6. campo magnético: <http://alfaconnection.net/images/RAD010208a.gif>
7. gráfico(decaimento ^{14}C): USBERCO, J.; SALVADOR, E. Química essencial. São Paulo,SP: Editora Saraiva, 2001.p. 243.
8. Rutherford: www.biografiasyvidas.com/biografia/r/fotos/rutherford.jpg
9. cintilografia do cérebro: <http://www.diariodasaude.com.br/news/imgs/gene-tumor-cerebral.jpg>
10. RX dental: <http://www.deltateta.com.br/2008/10/21/fisica-moderna-para-vestibular-raios-x/>
11. abreugrafia: www.corujando.com.br/agenda/2008/imagens/janeiro/abreugrafia.jpg
12. coração: <http://www4.saudesempreonline.com.br/comum/saudesempre/index?pageName=cardioSistemaCardiovascularArterias>
13. tireóide: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
14. cogumelo atômico: <http://topazio1950.blogs.sapo.pt/80413.html>
15. aparelho de radioterapia: : www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
16. ciclo do ^{14}C : www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
17. praia de areias monazíticas: www.raioxbrasil.com/regiões/espirtosanto-br.htm
18. marcação de insetos: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp

19. usina Angra III: <http://arquivomundo.wordpress.com/2007/10/>
20. pastilha de urânio: www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php
21. irradiador de alimentos: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
22. válvula com rachadura: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
23. contador gêiser:
<http://images.encarta.msn.com/xrefmedia/sharemed/targets/images/photo046/To46735A.jpg>
24. gálio: www.cq.ufam.edu.br/tabela_periodica/Galio.html
25. radiofármacos:
http://2.bp.blogspot.com/_GIPz0m7x03k/SMHx9237zII/AAAAAAAAACw/7ZwU2HvdFSg/s1600-h/isotopos.gif
26. detector de fumaça: <http://www.ezalphamv.com.br/produtos.php?Cat=2&Sub1=1>
27. pastilhas de U/usina de álcool: <http://blogdofavre.ig.com.br/tag/biocombustiveis/>
28. contaminação de poço d'água:
<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/den-ncia-agua-consumida-em-ca/>
29. dosímetro: www.tec-rad.com.br/images_index/dosimetro2.jpg
30. esterilização: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
31. nêutron e núcleo: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
32. litro de sangue:
http://deisinhaenfermagem.spaces.live.com/?c11_BlogPart_pagedir=Previous&c11_BlogPart_handle=cns!86CCFB032
33. desenho(tempo de meia-vida): da autora do trabalho
34. vítimas de Chernobyl: <http://www.duniverso.com.br/desastres-ecologicos-para-nao-esquecer/>
35. curativo high-tech: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u569868.shtml>
36. tv globo(acidente de goiânia): o globo.globo.com/ linha direta/ céσιο (pesquisa Google)
37. símbolo atual para radiação:
http://www.eletronuclear.gov.br/noticias/integra.php?id_noticia=391
38. lixo atômico: www.infoescola.com/.../08/full-1-a1d58b3530.jpg
39. sol /refinaria: http://www.portaldoastronomo.org/images/tema7/tema7_1_4.jpg /
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:ShellMartinez-refi.jpg>
40. mapa das jazidas de U: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:UranioBrasil.gif>
41. caderno de Marie Curie: www.aip.org/.../images/photos/notebook-matte.jpg
42. atol /cogumelo atômico: <http://veja.abril.com.br/121108/imagens/televisao1.jpg>

43. casal Curie no laboratório:
<http://www.agracadaquimica.com.br/index.php?acao=quimica/ms2&i=2&id=621>
44. trilobita: www.brasilecola.com/upload/e/idade%20terra.jpg
45. G. Seaborg: www.achievement.org/.../photos/sea0-00/a.gif
46. bomba fat man: <http://atuleirus.weblog.com.pt/arquivo/fatman.jpg>
47. voyager:
<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010805070827>
48. árvore e raízes: montagem feita a partir de: <http://dreamstime.com/tree-and-roots-thumb>
49. efluente na água: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
50. adubação: www.clubedojardim.com.br/wp-content/uploads/2008/05/adubos/jpg
51. avião: www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp
52. tomógrafo: http://www.crcn.gov.br/siteCRCN/crcn_radiofarmacia.html

APÊNDICE A

4

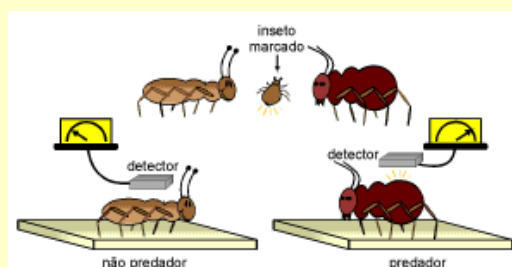


Inspecção radiográfica de soldas em tubos

Entre as diversas aplicações industriais dos radioisótopos, podemos citar o irídio-192 no controle de qualidade de produtos industriais para avaliar espessuras, de forma contínua e sem contato manual. Para isso são colocados uma fonte radioativa de um lado do material e um sensor de radiação do outro lado.

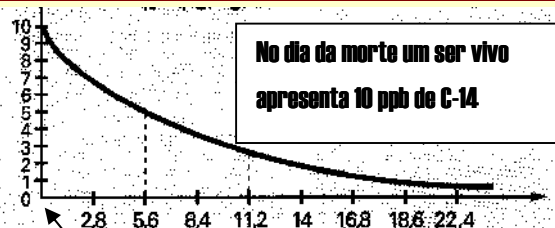
Qual o número de prótons do irídio?

18



A “marcação” de insetos com radiação é muito útil para eliminação de pragas, identificando qual predador se alimenta de determinado inseto indesejável. Neste caso, ao invés de inseticidas nocivos à saúde, o predador é utilizado. Outra forma de controlar ou eliminar insetos em regiões limitadas, é fazer a irradiação de machos com cobalto-60 até a esterilização e depois soltá-los. Qual o símbolo do cobalto?

7



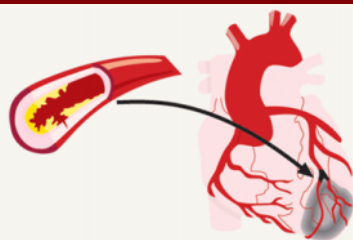
Dia da morte **Tempo (em mil anos)**

Em 1946, o químico norte-americano Williard Libby, desenvolveu uma técnica para determinar a idade de fósseis, utilizando o isótopo radioativo C-14.

Tal método baseia-se no fato de que nos sistemas vivos estão presentes os três isótopos do carbono: C^{12} , C^{13} e C^{14} . Os dois primeiros são estáveis e o 3º decai de acordo com a equação: ${}_6C^{14} \rightarrow {}_7N^{14} + {}_{-1}^0e$

Analisar o gráfico e diga qual é o tempo necessário para que a metade do teor inicial de C-14 de um fóssil sofra decaimento radioativo, ou seja, qual é o tempo de meia-vida do C-14?

12



Um grande avanço na medicina é o uso do radiotraçador tálio-201,

empregado na detecção de obstruções de artérias coronarianas. O Tl-201 quando injetado na corrente sanguínea, fica alojado no músculo saudável do coração. Ali ele emite radiação gama detectada por um aparelho chamado câmara de cintilação. As imagens geradas por computador indicam se há lesão de tecido cardíaco e se o sangue flui livremente através das artérias coronárias. A emissão exclusiva de radiação gama pelo núcleo de um átomo afeta o nº atômico e o nº de massa desse átomo? Por quê?

34



Criança com Leucemia

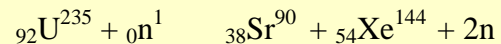
Em abril de 1986 ocorreu o mais grave acidente

nuclear da história. Um dos reatores da usina nuclear de Chernobyl, na atual Ucrânia, explodiu liberando uma nuvem radioativa que atingiu parte da antiga União Soviética e o norte e centro da Europa. Mais de 40 tipos de radionuclídeos, entre eles, o césio-137, escaparam do reator, contaminando mais de 125 mil km². Desde então, há um aumento contínuo do nº de casos de câncer em pessoas que na época eram crianças ou jovens. Qual o nº total de partículas no núcleo do Cs-137 ?

20



As usinas nucleares, para a produção de energia elétrica, utilizam como combustível nuclear pastilhas de dióxido de urânio, UO₂ que contém U-235 enriquecido a 3%. O processo pode ser representado pela equação nuclear abaixo:



Qual o nome do processo representado ?

a) fissão b) fusão c) reação química

38



Nos produtos da fissão do urânio-235 já foram identificados mais de 200 isótopos pertencentes a 35 elementos diferentes. Muitos deles emitem α , β e γ , representando

um risco à população e necessitando, portanto, ser armazenados em recipientes de chumbo e/ou concreto e guardados em locais seguros por tempo suficiente para que a radiação caia a níveis não-prejudiciais.

A técnica da vitrificação permite a união dos rejeitos com vidro fundido e depois endurecido. A vitrificação tem durabilidade superior a 10 mil vezes a do concreto. Cite uma aplicação pacífica para a fissão do U-235.

30



A radioesterilização é outra tecnologia importante, com as seguintes aplicações:

- * irradiação de produtos sanguíneos destinados a transplantes.
- * esterilização de tecidos

humanos destinados a implantes.

* esterilização de dispositivos contraceptivos intra-uterinos, preservativos masculinos, seringas, luvas, gazes e outros materiais descartáveis.

Geralmente a esterilização é feita com a radiação proveniente do cobalto-60, e a vantagem deste processo é que os materiais podem ser esterilizados depois de embalados. Qual é o nº de prótons e de nêutrons no núcleo dos átomos de Co?

APÊNDICE B

Termo de Consentimento

Nome da pesquisa:

Pesquisadores Responsáveis: Professora Gisela Garcia Martins e Dra. Rosebelly Nunes Marques.

Instituição: Universidade Federal de São Carlos, Depto. de Química.

Informações sobre a pesquisa:

Nesta pesquisa queremos que você participe contribuindo com troca de idéias e reflexões sobre sua opinião em relação ao projeto “**Compreendendo os fenômenos nucleares, suas aplicações e implicações através de uma atividade lúdica**”. Assim convidamos você, aluno, a participar deste estudo e assumimos o compromisso de manter o sigilo quanto sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi devidamente planejado a fim de levantar as necessidades formativas do professor e compartilhar situações que contribuam para a prática docente. Pedimos, também, sua autorização para registrar o que for discutido durante as reuniões.

No caso de aceitação, você terá a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento.

Eu, _____, portador do R.G.: _____, abaixo assinado, tenho recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos abaixo mencionados:

- A garantia de receber todos os esclarecimentos sobre as perguntas do questionário antes e durante o transcurso da pesquisa, podendo afastar-me em qualquer momento, se assim desejar. Está assegurado o absoluto sigilo das informações emitidas.
- A segurança plena de que não serei identificado (a), mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado (a) que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
- A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético ao participante.
- A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
- A garantia de que todo o material resultante será exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob a guarda dos pesquisadores, podendo ser requisitado pelo entrevistado a todo o momento.

Tenho ciência do exposto acima e autorizo e concordo em participar da pesquisa.

São Carlos, 15, de março, de 2009.

Assinatura do participante

ANEXO A

Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química

Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none">• Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.• Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.• Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.• Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.• Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc.)
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none">• Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).• Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal).• Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).• Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).• Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.• Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes.• Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
Contextualização sócio-cultural	<ul style="list-style-type: none">• Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.• Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.• Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.• Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.