

Radioatividade: experiência de uma sequência didática em um pré-vestibular social da cidade do Rio de Janeiro

Radioactivity: experiencing a didactic sequence in a social preparatory course to getting to universities in the city of Rio de Janeiro

DOI:10.34117/bjdv9n4-030

Recebimento dos originais: 01/03/2023

Aceitação para publicação: 06/04/2023

Bruno Matassoli Braga

Graduado pelo Programa de Pós-graduação em Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço: R. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro - RJ,

CEP: 20550-013

E-mail: brunomatassoli90@gmail.com

Angela Sanches Rocha

Doutora em Físico-química

Instituição: Programa de Pós-graduação em Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço: R. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro - RJ,

CEP: 20550-013

E-mail: angela.sanches.rocha@gmail.com

ABSTRACT

The 20th and 21st centuries are marked by the great number of technological advances in different areas of society. It is possible to observe that equipment, procedures and technological systems become obsolete with almost the same speed and facility in which they were implemented. It is from this great change, that appear questions about the role of education, especially regarding science teaching, to make a population more critical and participatory that could make its decisions in the globalized world. From this point of view, traditional teaching no longer meets the demand in the teaching-learning process, consequently changes are needed to perform a critical debate on science with the large population in a more inclusive way. In order to contribute to improve the teaching of Chemistry, the present work consists of the elaboration of a didactic sequence (DS) on Radioactivity and application of this in a social preparatory course. Audiovisual resources and texts were used to direct the DS, under the aspect of the significant learning methodology, with emphasis on the social role of science teaching. The approach was guided by documentaries about the accident that occurred in Goiânia with the radioactive material Césio-137 in 1987, which emphasizes the social and environmental consequences of non-understanding in the manipulation of radioactive materials. Debates were also used as a pedagogical tool in the formation of students as a critical individual and active participant in society. The results indicated that students felt motivated to learn the subject and actively participate in the class, making them more aware of the

importance of science learning, emphasizing that this knowledge is not unique and important only for people who are or will specialize in the area.

Keywords: pedagogical activities, critical education, audiovisual resources.

RESUMO

Os séculos XX e XXI são marcados pela grande quantidade de avanço tecnológicos em diversas áreas da sociedade. Observa-se que equipamentos, procedimentos e sistemas tecnológicos se tornam obsoletos praticamente com a mesma rapidez e facilidade com a qual foram implantados. É em meio a essa grande mudança, que surgem questionamentos sobre o papel da educação, principalmente no que se refere ao ensino de ciências, para geração de uma população crítica e participativa na tomada de decisões no mundo globalizado. Sob este ponto de vista, o ensino tradicional não atende mais a demanda no processo de ensino-aprendizagem, tornando-se necessário um olhar mais crítico para debater ciência com a grande população de forma mais inclusiva. A fim de contribuir para melhorar o ensino de Química, o presente trabalho consta da elaboração de uma sequência didática (SD) sobre Radioatividade e aplicação desta em um curso preparatório social. Utilizou-se recursos audiovisuais e textos direcionando a SD, sob aspecto da metodologia de aprendizagem significativa, com destaque no papel social do ensino de ciências. A abordagem foi norteada por documentários sobre o acidente ocorrido em Goiânia com o material radioativo Césio-137 no ano de 1987, que enfatiza as consequências sociais e ambientais da não compreensão na manipulação de materiais radioativos. Também se usou debates como ferramenta pedagógica na formação do aluno como indivíduo crítico e participante ativo na sociedade. Os resultados indicaram que os alunos se sentiram motivados para aprender o assunto e participar ativamente da aula, tornando-os mais conscientes da importância da aprendizagem de ciências, enfatizando que este conhecimento não é exclusivo e importante apenas para pessoas que estão ou irão se especializar na área.

Palavras-chave: atividades pedagógicas, educação crítica, recursos audiovisuais.

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, no qual todos somos influenciados diariamente pelos recursos gerados com os avanços tecnológicos e científicos, uma mudança no modo de educar se torna cada vez mais necessário. Nesta perspectiva, o formato tradicional de ensino e educação se torna insuficiente na formação do indivíduo do século XXI.

Um ensino descontextualizado com a realidade afasta cada vez mais o aluno da escola. Por exemplo, Fourez (2003) fala sobre a necessidade de convencer a geração atual sobre a importância e o impacto do conteúdo abordado para eles ou para sociedade, e assim se comprometerem em relação ao aprendizado do conteúdo básico para sua formação.

Sendo assim, a ciência não deve ser tratada como uma área do conhecimento de domínio exclusivo dos cientistas, mas sim deve envolver boa parte da população em suas

tomadas de decisões diárias. Santos e Mortimer (2001) apontam que a apresentação dos aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais é essencial no ensino de ciências. Segundo Fourez (1995) e Japiassu (1999) (apud Santos e Mortimer, 2000), não existe neutralidade na ciência e nem a ciência é eficaz para resolver as grandes questões éticas e sociopolíticas da humanidade, pois se torna inconcebível o estudo das ciências se ignorarmos seus efeitos e aplicações.

No que se refere aos documentos oficiais do governo, a Lei de Diretrizes e bases da educação básica (LDB) define a finalidade do Ensino Médio como a preparação para a continuidade dos estudos, a preparação básica para o trabalho e o exercício da cidadania, enquanto as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) reforçam a necessidade da construção de cidadania na última etapa da educação básica.

[...] é preciso oferecer aos nossos jovens novas perspectivas culturais para que possam expandir seus horizontes e dotá-los de autonomia intelectual, assegurando-lhes o acesso ao conhecimento historicamente acumulado e à produção coletiva de novos conhecimentos, sem perder de vista que a educação também é, em grande medida, uma chave para o exercício dos demais direitos sociais. (BRASIL, 2013)

É nesse contexto de necessidade de reforçar o papel da escola na construção da cidadania e da crise no ensino de ciências apontada Fourez (2003), que a capacitação e reformulação da função do professor se tornam fundamentais para conseguirmos acompanhar as necessidades de aprendizagem dessa e de futuras gerações. Esse objetivo pode ser obtido a partir da utilização de metodologias diferenciadas, que trabalhem a contextualização e reforcem o caráter social da educação.

Santos e Mortimer (2001) ressaltam propostas pedagógicas com enfoque de ciência na perspectiva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) como meta para preparar os alunos para o exercício da cidadania.

Waks (1990) (apud Santos e Mortimer, 2001) afirma que:

O propósito da educação CTS é promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial.

Nesse sentido, a preparação de um aluno como ser crítico e com participação ativa na tomada de decisões que regem o assuntos tecnológico-científicos e seu impacto na sociedade, requer um letramento científico, não somente no conhecimento básico de

ciências, mas também uma compreensão de todos os aspectos sociais e ambientais envolvidas no assunto, assim como construção histórica do conhecimento.

A contextualização sociocultural é vista como uma competência/habilidade a ser trabalhada no Ensino Médio, e segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), a escola é uma facilitadora da compreensão e utilização da ciência como elemento de interpretação e intervenção no meio em que vivemos. Também são importantes o estímulo à capacidade de questionar e o senso de investigação.

E ainda sobre os conhecimentos na área de Química, o PCNEM diz que:

A Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político. A sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento químico por diferentes meios. A tradição cultural difunde saberes, fundamentados em um ponto de vista químico, científico, ou baseados em crenças populares.

[...] Além disso, frequentemente, as informações veiculadas pelos meios de comunicação são superficiais, errôneas ou exageradamente técnicas. Dessa forma, as informações recebidas podem levar a uma compreensão unilateral da realidade e do papel do conhecimento químico no mundo contemporâneo. (BRASIL, 1999)

A apresentação de práticas pedagógicas mais contextualizadas se torna cada vez mais necessária no ensino de ciências e, a partir desses pressupostos, neste trabalho propôs-se e aplicou-se uma sequência didática para o ensino de Radioatividade no ensino médio, com base na aprendizagem significativa de Ausubel e com enfoque CTS no ensino de ciência.

Essa escolha foi feita tendo em vista que o tema Radioatividade é um conteúdo bastante vasto para contextualização no ensino básico e muitos alunos têm dificuldade na maneira tradicional de aprendizagem desse conteúdo. A sequência didática aplicada nesse trabalho conta com o uso de recursos audiovisuais e atividades lúdicas para a introdução do tema e proporcionar melhoria no processo ensino aprendizagem. Além de conter diversos diálogos sobre avanços tecnológicos, como a construção e manutenção das usinas nucleares. Sendo assim, com o conhecimento dos impactos dos acidentes causados pelo uso indevido de materiais radioativos, entre outras abordagens contextualizadas e com fundamento histórico das descobertas científicas é possível promover discussões e incrementar o aprendizado. Nesta perspectiva, a sequência didática foi elaborada de modo

a utilizar-se recursos audiovisuais e atividades lúdicas na abordagem do tema, o que pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A sequência didática foi aplicada em uma turma de pré-vestibular social da cidade do Rio de Janeiro, que atende jovens que almejam uma vaga nas universidades públicas e sem condições para pagar por um preparatório. O fato de se tratar de um preparatório social ressalta nosso intuito de contribuir para a formação de indivíduos mais críticos, de modo que estes possam participar de debates com maior fundamentação tecnológica-científica.

2 METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho pode ser caracterizada como uma pesquisa aplicada, com uma abordagem qualitativa do tipo ação, já o objetivo desse material é contribuir para a resolução de um problema, nesse caso, tornar ensino de química mais crítico e contextualizado.

O trabalho consiste na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a temática radioatividade, usando como abordagem o próprio conhecimento cultural sobre radioatividade, além de abordar os problemas do uso de energia nuclear da atualidade e contextos históricos, tais como os acidentes com radioisótopos.

O conteúdo foi adaptado para aplicação em uma turma de pré-vestibular do projeto social Estudando para Vencer localizado na comunidade Vila Cruzeiro na praça São Lucas, na cidade do Rio de Janeiro. O projeto é comunitário e atende jovens da comunidade local que não tem condições de pagar um curso preparatório para as provas de admissão dos vestibulares do Rio de Janeiro.

A aula contou com a participação de 15 alunos, 12 do gênero feminino e 3 do gênero masculino. A Tabela 3 apresenta a grande área do curso que cada aluno declarou pretender optar no vestibular e a idade dos alunos. Mesmo se tratando de uma turma pequena, é possível ver que possui uma diversidade nas áreas escolhidas para seguir carreira.

Tabela 1. Perfil dos alunos que participaram da atividade

GRANDE ÁREA DO CURSO	Quantidade de alunos				
	17 anos	18 anos	19 anos	20 anos	+ 20 anos
Exatas	1	1	1	0	0
Biológicas	0	0	1	1	3

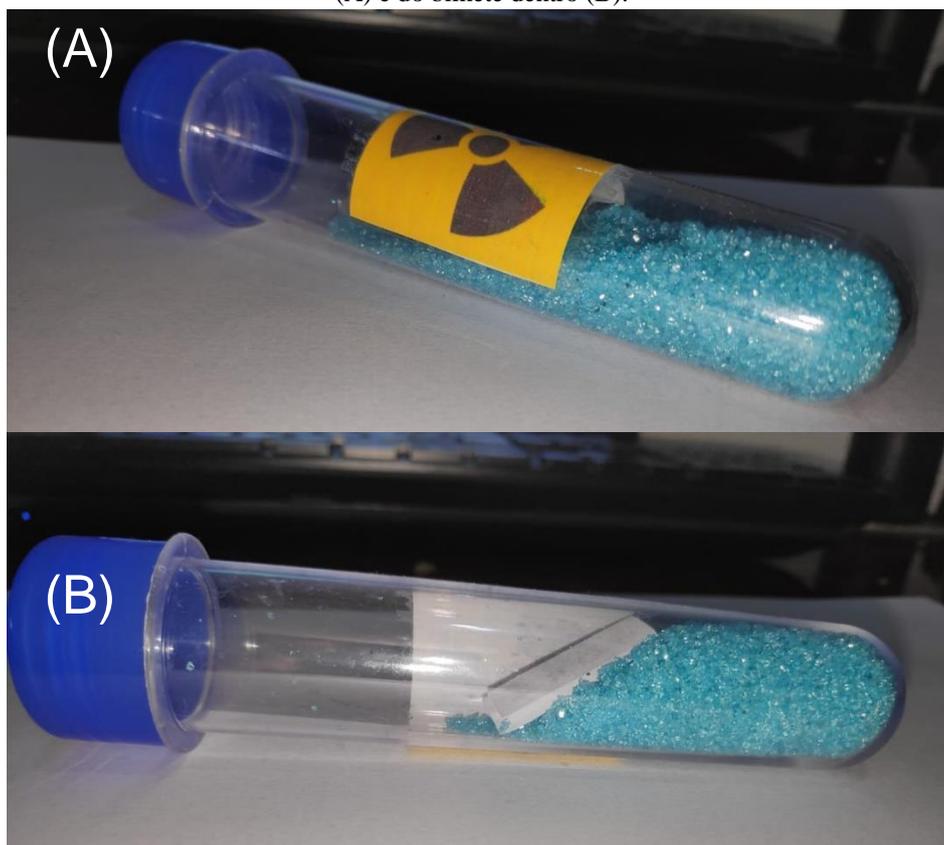
Humanas	0	2	2	1	0
Linguagem	0	0	0	1	0

A sequência didática foi aplicada em apenas uma aula, com duração de aproximadamente 4 horas, ministrada pelo professor licenciando autor desta monografia, em um domingo, dia 05/05/2019.

No começo da aula, o professor distribuiu para cada aluno tubos plásticos transparentes tampados contendo uma amostra de material em pequenos grãos na tonalidade azul claro, com um papel dobrado dentro, e na parte de fora do tubo foi colado o símbolo de material radioativo, conforme apresentado na Figura 1.

Na Figura 1 (A) é possível identificar o tubo com o símbolo colado e o conteúdo que era um sólido azul dentro, enquanto na Figura 1 (B) observa-se o bilhete dentro do tubo.

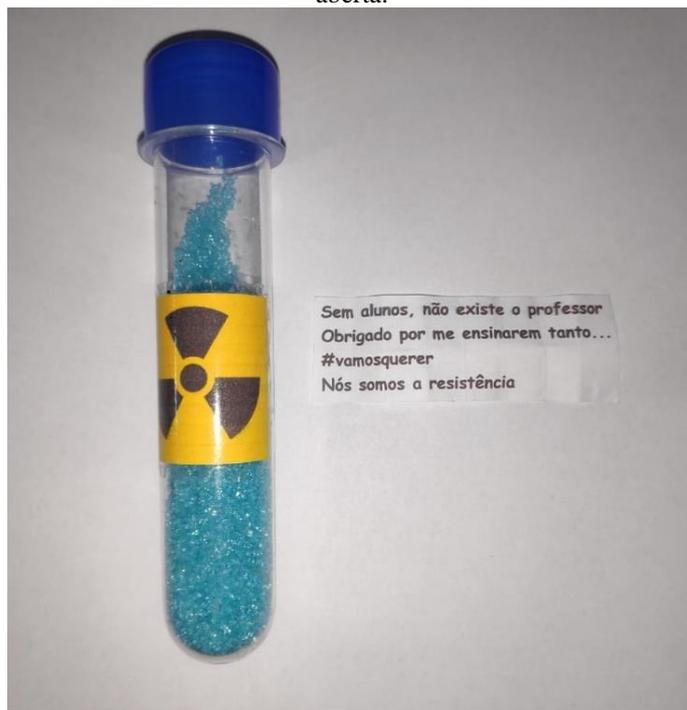
Figura 1. Tubo de plástico contendo o sólido e o bilhete dentro. Visão do símbolo de material radiativo (A) e do bilhete dentro (B).



Fonte: Imagem dos autores

A amostra foi preparada previamente pelo próprio autor, a partir de aproximadamente 100 gramas de açúcar orgânico cristal com 10 gotas de corante alimentício na cor azul. Os dois conteúdos foram adicionados e misturados em um saco transparente, para homogeneização e então adicionados a cada tubo plástico com o símbolo já colado. O bilhete foi dobrado e colocado dentro do tubo, que foi fechado.

Figura 2. Tubo plástico com o símbolo de material radioativo, com a mensagem contida dentro do tubo aberta.



Fonte: Imagem dos autores

Após a entrega do material, o professor deu uma breve explicação aos alunos presentes sobre dois vídeos que seriam apresentados nessa aula, Vídeo 1 e Vídeo 2, conforme Quadro 1, ambos sobre o acidente de césio-137 ocorrido em Goiânia.

Quadro 1. Lista de vídeos utilizados na sequência didática

Vídeo	Conteúdo
1	Linha Direto Justiça – Césio 137
2	Documentário – O brilho da morte: 30 anos do césio 137
3	“Tudo se Transforma, Radiações, Marie Curie”

Os vídeos foram então apresentados, o Vídeo 1 com duração de 37 minutos e 38 segundos e o Vídeo 2 com 21 minutos e 14 segundos, com um pequeno intervalo entre os

dois vídeos para alguns comentários e esclarecimentos sobre algumas pequenas dúvidas na exibição, para totalizando o tempo de 65 minutos.

Após os vídeos, o professor apresentou uma aula expositiva dialógica utilizando o quadro branco, com o auxílio de uma apresentação de slides no PowerPoint (APÊNDICE A), de introdução à radioatividade, abordando os tópicos seguintes:

- O que é radiação?
- Diferença de radiação ionizante e não- ionizante.
- O que é radioatividade?
- Propriedades das emissões naturais e Leis de Soddy.

Nesse momento, o professor efetuou um debate sobre o material dado aos alunos (conforme a Figura 3 e 4), destacando e questionando as impressões dos alunos durante a aquisição do material, relacionando tanto ao conhecimento obtido pelos alunos sobre o conteúdo a partir da aula expositiva e com os fatores que levaram ao acidente ocorrido em Goiânia conforme apresentado no documentário.

Depois de esclarecer os tópicos citados, foi exibido o Vídeo 3 (De acordo com o Quadro 1), seguido de um debate sobre a descoberta da radioatividade e história da química, ressaltando os principais cientistas que contribuíram para o estudo. Ainda foi possível relacionar o conteúdo e os cientistas com outros avanços no campo da química, especificamente modelos atômicos e tabela periódica.

No momento seguinte o professor fez a leitura e resoluções de questões indicadas como Texto 1 e Texto 2, relacionados no Quadro 2 e presentes no APÊNDICE B, para abordar o tópico cinética das radiações, definindo com os alunos conceitos como:

- Definição de núclídeos e os decaimentos radioativos
- meia vida de um isótopo.
- o uso da radioatividade na datação de fósseis.

As questões foram escolhidas como forma de abordagem para o tópico, conforme o perfil da turma, sendo alunos de um preparatório comunitário voltado na execução desses dois principais vestibulares.

Quadro 2. Lista de textos utilizados no APÊNDICE B

Texto 1	Questão 8 do exame discursivo da UERJ 2015
Texto 2	Questão 102 do caderno amarelo, ENEM 2017
Texto 3	Reportagem: Chernobyl: desastre nuclear na Ucrânia completa 30 anos

A última atividade foi uma aula expositiva sobre a radioatividade artificial, e sobre o fenômeno de fusão e fissão atômica, explicando seu uso para energia nuclear e as bombas atômicas, além de alguns eventos históricos envolvidos, desde as bombas jogadas em Hiroshima e Nagasaki. Este momento incluiu a apresentação, leitura de debate dos textos 3 e 4, também apresentados no Quadro 2.

No final da aula, como forma de encerrar as atividades, foram apresentadas duas citações do cientista Einstein, a primeira foi logo após o debate dos últimos textos, “Não sei como será a terceira guerra mundial, mas sei como será a quarta: com pedras e paus” e “Época triste a nossa, em que é mais difícil quebrar um preconceito do que um átomo” fechando a sequência didática e dialogando sobre o aprendizado e a situação sociocultural dos jovens no pré-vestibular comunitário. E então se aplicou um questionário para avaliar a aprovação dos alunos em relação a aula e seu conhecimento básico sobre o assunto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na aplicação da aula serão apresentados e discutidos com base nas respostas de um questionário, e com as anotações obtidas em sala de aula.

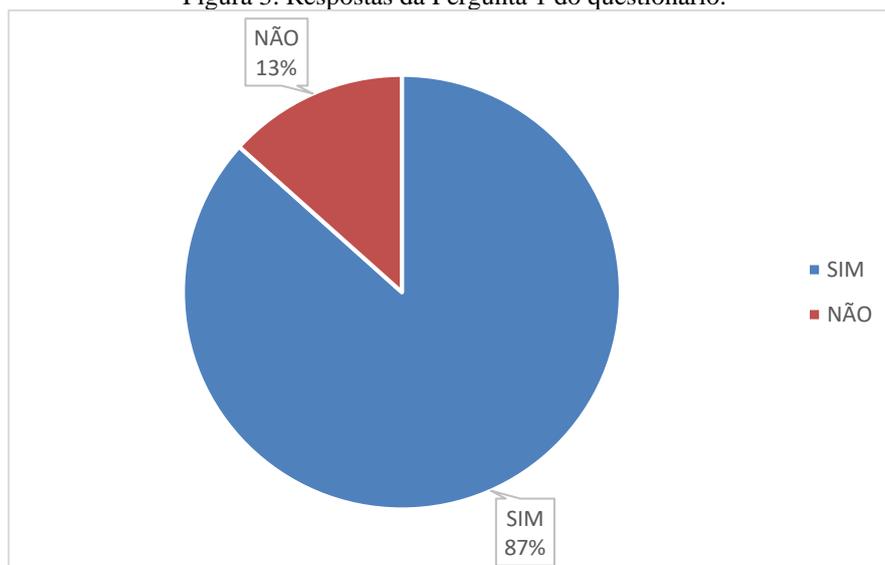
A grande maioria dos alunos do projeto social está habituada com aulas tradicionais para o ensino de ciências, então a ideia de participar de uma aula diferente de química deixou os alunos bastante motivados e receptivos a novas sequências didáticas. A experiência na preparação e nos resultados obtidos pelo professor foi muito satisfatória, e um grande incentivo no preparo de novos materiais para substituir conteúdos trabalhados de forma tradicional.

A respostas serão apresentadas e discutidas em tópicos, organizados na forma de cada pergunta do questionário, conforme segue.

Pergunta 1: Você já conhecia o significado do símbolo que estava no frasco brinde?

Dos 15 alunos apenas 2 alunos (13%) responderam que não conheciam o símbolo representado, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Respostas da Pergunta 1 do questionário.



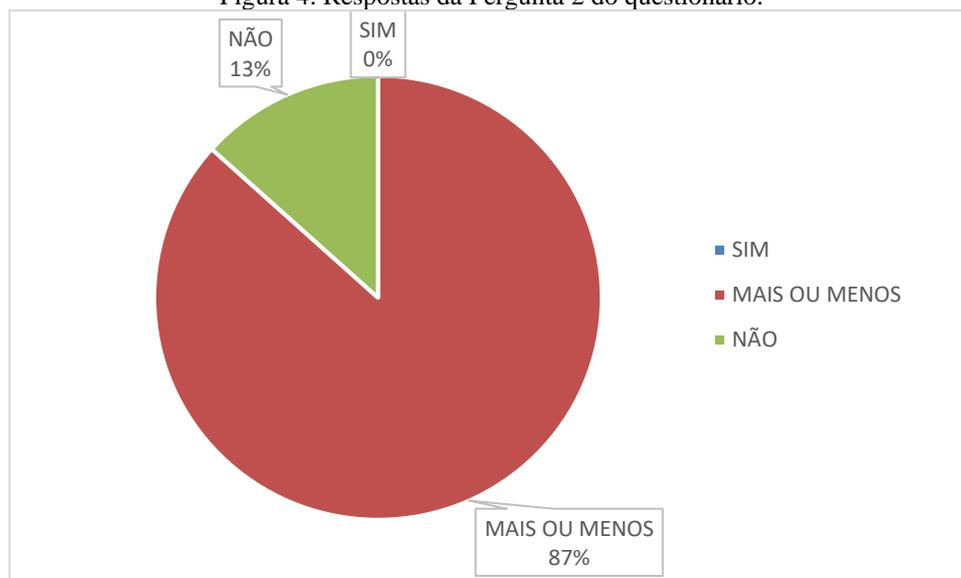
Fonte: Imagem dos autores

O objetivo dessa pergunta era traçar um diagnóstico inicial sobre o conhecimento prévio do aluno sobre o Radioatividade. Nela, se questiona sobre o conhecimento do símbolo de material radioativo presente no chamado brinde, que foi o material distribuído para os alunos, e a maioria respondeu conhecer o significado do símbolo. Já era esperado pelo autor que a grande maioria iria reconhecer o símbolo, já que o símbolo de radioatividade está bastante presente nas informações trabalhadas na mídia, em reportagem, ou em filmes e séries que abordam de certa forma a presença de radioatividade.

Pergunta 2: Você tinha ideia do que significava um material ser radioativo antes da aula?

Nessa pergunta foram dadas 3 opções de respostas (Sim, Mais ou menos e Não), e nenhum dos alunos respondeu sim, 13 (87%) responderam mais ou menos e 2 (13%) responderam que não, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4. Respostas da Pergunta 2 do questionário.



Fonte: Imagem dos autores

Com base nesta pergunta também se queria traçar um diagnóstico inicial sobre o conhecimento prévio do aluno sobre o tema, mas não tinha relação com o símbolo de radioatividade, como na pergunta anterior, mas sim sobre a compreensão do que significava um material ser radioativo.

O que se verificou foi que nenhum dos alunos respondeu que sabia certamente o que era um material radioativo, mas apenas tinham uma ideia sobre o que se tratava. Muitos comentaram em sala que tinham essa noção pois já assistiram séries e filmes que abordam o assunto. Ambos os dados obtidos com essas perguntas serão trabalhados e discutidos com as respostas da Pergunta 4 e com as observações da aula que serão apresentadas na sequência.

Pergunta 3: Você tinha ouvido falar sobre o acidente de césio-137 em Goiânia?

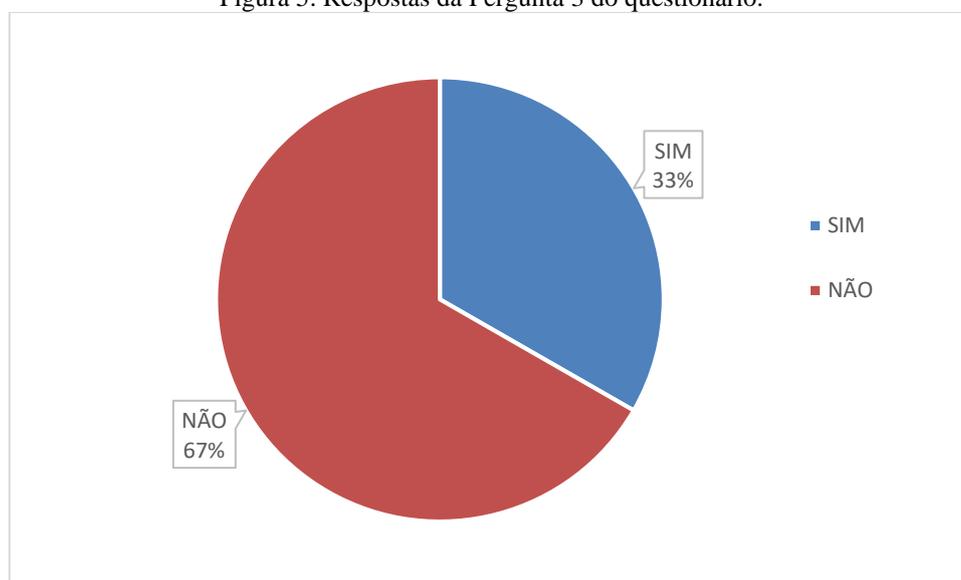
O objetivo dessa pergunta era bastante simples e informativo, saber se o aluno conhecia o acidente ocorrido com o césio-137 na cidade de Goiânia em 1987. Este evento foi escolhido por ser considerado o maior acidente com material radioativo em área urbana no mundo, e ter ocorrido exatamente aqui no Brasil. Este acidente foi muito comentado na época, mas como já se passaram muitos anos, existe uma tendência de se esquecer o que acontece. Dos 15 alunos presentes, apenas 5 (33%) responderam que já tinham ouvido falar sobre o assunto, conforme representado na Figura 5.

Uma análise rápida sobre as respostas obtidas na pergunta 3, e relacionando a idade dos alunos que participaram na pesquisa, foi que dos 5 alunos que responderam que já tinha algum conhecimento sobre o acidente, todos se encontram na faixa etária de 18

até 20 anos, quando o esperado seria que na faixa etária de mais de 20 anos de idade, fosse mais frequente a resposta sim.

Mesmo o pré-vestibular possuindo uma variedade grande na faixa etária dos alunos, ainda não é possível traçar uma relação específica da idade do aluno com o conhecimento sobre o acidente ocorrido em Goiânia, pois o número de alunos é muito pequeno para traçar um perfil. No entanto, como comentado, realmente o acidente ocorreu há muitos anos e os alunos ou não tinham nascido ou eram jovens na época. Esta observação ressalta a importância das escolas abordarem temas como estes no período de formação dos alunos.

Figura 5. Respostas da Pergunta 3 do questionário.



Fonte: Imagem dos autores

É importante que as pessoas tenham consciência dos eventos históricos envolvendo acidentes para se prevenirem e evitarem este tipo de ocorrência. Podemos imaginar que daqui a décadas os jovens ignorem os acidentes ocorridos em Mariana e Brumadinho, por exemplo, se os fatos não forem discutidos com eles. Evidentemente que a escola é um ambiente propício para estas discussões, e os professores podem e devem abordar estes temas, envolvendo a contextualização histórica, ambiental, ética e social, por exemplo.

Outro fato interessante observado em sala de aula era que alguns alunos relataram que tinha conhecimento sobre outros acidentes com material radioativo, como exemplo no caso da usina nuclear de Chernobyl, que ocorreu em 1986, mas não tinham conhecimento que ocorreu um acidente radiológico no Brasil. Esta observação é

representativa e pode indicar uma minimização da gravidade do que ocorreu no Brasil. Talvez a maioria dos brasileiros realmente não tenham ideia da gravidade do acidente que ocorreu em Goiânia, o que é potencialmente perigoso.

Pergunta 4: Qual foi a primeira impressão sobre o brinde distribuído pelo professor antes dos vídeos?

O objetivo dessa pergunta é colher as primeiras impressões dos alunos quanto a presença do suposto material radioativo em sala de aula, de forma a despertar a curiosidade do aluno com o tema.

Além de trabalhar a forma correta de abordagem para tal situação, isto é discutir a manipulação e descarte adequados de material radioativo, correlacionou-se os vídeos apresentados sobre o acidente (Vídeo 1 e Vídeo 2) com os motivos que levaram à propagação do material radioativo.

No momento da distribuição do material, o professor observou a reação dos alunos presentes, e como foi citado na metodologia, não houve nenhuma explicação sobre o que se tratava o material. Dos 15 alunos presentes, apenas 4 alunos tiveram receio quanto à manipulação do material, perguntando ao professor se podiam abrir e ingerir o produto. Todos os outros alunos trataram o material de forma lúdica, sem se importar com o símbolo, apesar de declararem que o conheciam, e curiosos com a cor do material.

Algumas respostas escritas pelos alunos no questionário e que consideramos representativas foram:

“Curiosidade pela cor chamativa do conteúdo do frasco.”

“Que fosse um doce antes de ver o símbolo.”

“Não fazia ideia do que era. Tive forte curiosidade e quando descobri o significado achei top e super interessante.”

“Achei bonitinho, abri, cheirei e perguntei se era pra comer.”

Após a apresentação do vídeo 1 ocorreu um debate sobre os motivos que geraram o acidente do césio-137 em Goiânia e, junto com a aula expositiva conforme descrito na Quadro 3, foi indagado aos alunos o motivo pelo qual as pessoas manipularam aquele material, mesmo percebendo o aviso no frasco.

A justificativa de alguns alunos foi que, por se tratar de uma sala de aula, não imaginaram que aquilo fosse realmente algo radioativo e que oferecesse perigo a eles. Parte do relato desses estudantes era:

“Como foi o professor que deixou em sala de aula, achei que era um brinde, um ‘mimo’ que representava a aula de hoje”

“Na escola não tem esses materiais perigosos”

Em contrapartida outros alunos tiveram uma posição mais assustada e cautelosa, dentre esses, um relato que se destacou foi:

“Nossa, se pode acontecer com a gente que está estudando imagina com quem não tem conhecimento”

A partir das respostas obtidas no questionário e com a observação das atitudes dos alunos, ao longo dessa etapa da atividade foi possível perceber os alunos mais atentos para entender sobre o conteúdo e a importância do conhecimento tecnológico-científico para a população mais pobre.

Pergunta 5: O que te marcou na visualização do documentário sobre o Césio-137? Aspectos positivos e negativos.

A partir dessa pergunta podemos relacionar as respostas dos alunos com a abordagem CTS, pois concordamos com as ideias de Palacios e colaboradores (apud PINHEIRO, 2007):

[...] é necessário levar os alunos a entender a dimensão social da ciência e tecnologia, analisando sua importância tanto nos aspectos de consequências ambientais e sociais quanto nos seus antecedentes sociais.

A proposta da apresentação dos vídeos era mostrar algumas consequências da manipulação indevida de materiais radioativos e como os mais atingidos em geral fazem parte da população que menos tem acesso à informação, ou seja, os mais pobres estão mais sujeitos aos riscos da manipulação de materiais perigosos à saúde humana.

Dentre todas as perguntas, essa foi a que gerou uma quantidade maior de respostas diversificadas. Acreditamos que este fato se deve à maneira pela qual o questionamento foi colocado, perguntando como o documentário marcou o aluno. Assim sendo, a resposta era muito pessoal e individual, pois destaca a experiência e vivência pregressa de cada indivíduo e como eles interpretam o documentário.

Como aspecto negativo alguns alunos falaram sobre a falta de informação das pessoas atingidas e deles próprios sobre o acidente. Destacaram a atuação incipiente do governo a respeito do caso e da carência de educação da população sobre o próprio conteúdo de radioatividade. Alguns relatos dos alunos estão destacados a seguir:

“A falta de informação, a maneira como as pessoas expostas foram tratadas, o preconceito existente, [...] A questão de algo tão radioativo estar acessível as pessoas que desconhecem o assunto.”

“O estrago que a falta de informação faz. O ponto positivo seria também a informação, pois houve muita repercussão e consequentemente um alerta...”

Outro ponto bastante falado foi sobre o papel do governo durante a contenção do acidente. Com o documentário, ficou evidente que muitas pessoas trabalharam para conter a propagação da radiação sem saber sobre o que se tratava, indicando que o governo não divulgou de forma adequada do que se tratava o acidente e o real perigo relacionado a ele.

Alguns relatos que aparecem no documentário indicam que, no início do ocorrido, o acidente foi divulgado como um grande vazamento de gás, então os trabalhadores que estavam tentando conter o acidente foram manipular os possíveis locais de radiação sem a proteção correta. Esta informação é alarmante, pois implica o governo e os responsáveis na expansão da contaminação.

Além de mostrar a realidade dessas pessoas que trabalharam na contenção, 30 anos após o acidente, o documentário também ressalta o descaso do governo tanto na época do acidente quanto ainda hoje, por meio do pequeno ou ausente apoio social e econômico para as vítimas do césio-137.

Os alunos ficaram impactados com estes fatos, conforme mostra alguns fragmentos de suas falas:

“O que mais me marcou foi a falta de conscientização, por parte do governo, depois que o material foi descoberto. Um aspecto positivo é o cuidado que as pessoas adquiriram depois do acontecimento. O negativo é eu milhares de pessoas foram contaminadas, levando a morte ou adquirindo doenças.”

“A falta de conhecimento da população menos abastada sobre os riscos do manuseio do césio-137, a negligência no descarte do material e o descaso do Estado quanto ao suporte dado as vítimas.”

“Como uma quantidade tão pequena causou tanto estrago, o desamparo do governo também chocou bastante. Não consigo enxergar algo como positivo, talvez a força do povo, como sempre, de achar forças para se levantar, de se expor e compartilhar sobre o assunto, sobre essa ferida.”

“A questão das vítimas virarem culpados por toda a tragédia (ponto negativo); a ausência do governo e o que isso, ainda hoje causa naquelas pessoas afetadas.”

Um destaque para a fala de um aluno, que reforça a importância do saber tecnológico e científico para a população mais pobre, aparece nesta resposta mostrada a seguir:

“As pessoas pobres tendo conhecimento sobre o assunto e propagando esse conhecimento aos outros de mesma situação social, e o ponto ruim é pessoas terem que morrer para que o conhecimento chegue.”

Pergunta 6: Diga sua opinião sobre a aula expositiva e os diálogos realizados depois dos vídeos, ressaltando o que gostou e não gostou. A exibição dos documentários antes da aula facilitou o entendimento do conteúdo?

A pergunta 6, junto com as observações obtidas em sala, foi elaborada e aplicada de forma a avaliar a receptividade da aula por parte dos alunos, de uma forma abrangente, mas também especificamente sobre a exibição dos vídeos 1 e 2 e sobre momentos os diversos momentos que tivemos após essa exibição.

A aula transcorreu com abordagem dos conceitos sobre radioatividade conforme descrito na Quadro 3, junto com o material de apoio contido no APÊNDICE A e, durante a primeira parte da aula, em que foram apresentados e discutidos os conceitos de radiação e radiação ionizante, observou-se uma maior atenção dos alunos. Acreditamos que os vídeos tenham os motivados para quererem entender mais o assunto, como descrito na resposta de um dos alunos no questionário, apresentada a seguir:

“Sim. Porque através do acidente foi possível perceber o quão perigoso é, tanto o cézio quanto a radioatividade, e como a falta de conhecimento pode causar danos a humanidade. Portanto, ter conhecimento permite que você evite desastres.”

Após esse debate e esclarecimento inicial, foi exibido mais um vídeo (Vídeo 3) que conta um pouco sobre a história da radioatividade e a história da cientista Marie Curie. Este vídeo afetou positivamente os alunos, já se tratava de um público predominante feminino, pois os alunos ficaram animados e alguns relatos corroboram esta afirmativa, como pode ser verificado a seguir:

“Foi muito legal ver a história daquela cientista, e ver a luta dela por reconhecimento e perceber o espaço da mulher na ciência”
“Sim, a exibição dos documentários ajudou a entender melhor sobre a matéria. A aula foi muito interessante. Entender melhor sobre a história da radioatividade, como funciona, como foi a descoberta.”

Outro ponto importante foi a resolução de questões sobre o conteúdo de Radioatividade como forma de apresentar alguns conteúdos (Texto 1 e 2 do Apêndice A), presente nos principais vestibulares do Rio de Janeiro (ENEM e UERJ). Esta atividade de resolução de problemas foi escolhida e realizada por ser uma turma de pré-vestibular, e o resultado foi considerado muito satisfatório, pois os alunos participaram bastante na

resolução dos problemas e eles relataram que aprovaram este momento da sequência didática:

“O conteúdo foi exposto com clareza, todas as dúvidas foram sanadas de imediato, não ficou como algo maçante, pois prendeu o interesse de todos.”
“A aula foi extremamente didática e dinâmica, com explicações, contextualizações e dúvidas tiradas. Os documentários ajudaram e muito na introdução ao assunto e na contextualização”

No último momento da aula, algumas utilizações e aplicações da radioatividade ao longo da história foram apresentadas, explicando como funciona o processo de fissão e fusão nuclear, como funciona uma usina nuclear e seu uso bélico, por meio das bombas atômicas que devastaram o Japão no final da segunda guerra mundial. Este momento trouxe o contexto histórico no uso da tecnologia e desenvolvimento científico, e a maneira pela qual estes avanços contribuíram para o fim desta grande guerra, mas de uma forma catastrófica para a população civil japonesa.

Alguns relatos dos alunos ilustram esta afirmação:

“Foi construtiva e desconstruída ao mesmo tempo, pois quando eu pensava em usina nuclear ou radiação assemelhava com algo extremamente ruim por conta de chernobyl e na verdade você consegue acabar com a fome gerando energia muito mais rápido.”

Pergunta 7: Dê sugestões para melhorar a aula. Pense no que poderia te motivar e facilitar o aprendizado.

Essa pergunta não objetivava avaliar se os alunos gostaram da metodologia aplicada em sala de aula, o que foi diagnosticado visivelmente, já que muitos alunos elogiaram e ficaram maravilhados ao final da aula, mas sim identificar possibilidades de mudanças para melhorar a sequência didática. Algumas das sugestões citadas pelos alunos foram:

“Ter mais aulas como essa, super apoio, e tenho certeza que muitos aqui gostaram da aula, mostre mais vídeos sobre a matéria”
“Ter mais diálogo entre o professor e o aluno não só em relação a aulas didáticas”
“Recursos manuais que possibilitem a melhor compreensão da matéria, como o brinde distribuído. É importante para a aprendizagem a interação do sujeito com o objeto do conhecimento.”
“Trazer profissionais de outras áreas de conhecimento relacionadas como biologia e física que possam explicar todo o processo detalhado.”
“Aplicar o conteúdo da aula no dia-a-dia, com exemplos práticos do cotidiano.”
“Uma sugestão seria se aprofundar mais nos aspectos técnicos das bombas trazendo protótipos e esquemas detalhados.”

Por meio destes relatos dos alunos, verifica-se que eles realmente aprovaram completamente a sequência didática elaborada e aplicada, e indicaram que gostariam de ter mais aulas como esta, inclusive em outras disciplinas, não apenas na Química.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que nossa experiência evidenciou a necessidade de reformular as práticas pedagógicas no ensino de ciência. A turma respondeu de forma satisfatória à proposta de aprendizado efetuada pelo professor, estimulada a obter a compreensão do conteúdo tanto pela abordagem usada quanto pelo material trabalhado.

O exercício de reformulação de material didático para apresentação de um conteúdo ou mesmo a construção de um novo material mais significativo com enfoque CTS que se adeque a realidade dos alunos, é um trabalho árduo e demorado. No entanto, este se mostrou bastante gratificante, principalmente quando olhamos para os resultados obtidos na aplicação dessa sequência didática, com alunos mais dispostos a dialogar sobre e entender o assunto.

A utilização de recursos audiovisuais e contextualizações contribuíram de forma efetiva na abordagem do conteúdo, o uso dos documentários para introduzir o tema de forma mais social sanou muitos questionamentos sobre a necessidade da compreensão do tema Radioatividade.

O uso de debates como ferramenta pedagógica foi essencial para o êxito da aplicação da SD, abrindo espaço para os alunos se tornarem mais ativos e participativos durante a apresentação do conteúdo e propensos a esclarecer suas dúvidas. Com os debates, conseguimos destacar o caráter social no aprendizado de ciências, evidenciando as causas e consequências do uso de radioatividade ao longo da história, compreendendo o papel do governo, da mídia e da população na tomada de decisões sobre tecnologia e ciência.

A contextualização histórica no ensino de radioatividade não foi tão eficaz quanto proposto no trabalho presente, parte disso, no nosso ponto de vista é devido a quantidade de conteúdo selecionada na didática para execução em uma aula, a grande maioria dessas informações foram deixadas em segundo plano, os debates e diálogos efetuados pelo alunos foi mais efetivo no contexto social do conteúdo de Radioatividade, mas ainda sim alcançou algumas observações e falas importantes durante a aula, como destacados nos resultados. Dentre essas observações cabe destacar a influência do aprendizado sobre as contribuições da cientista Marie Curie no campo da ciência, contribuindo na reflexão de

reavaliar espaço da mulher na ciência, usando uma relação dos desafios vividos pela cientista naquela época, e como ainda hoje, esses desafios se tornam presentes.

Na análise das respostas obtidas ao longo da sequência didática nota-se que muitos alunos possuíam um conhecimento prévio sobre o assunto, mas sendo esse, de forma superficial e negativa, e na grande maioria de forma errônea.

A metodologia usada reforçou então a importância de trazer esses diálogos e debates para a sala de aula, e a percepção da necessidade de compreensão de ciências por parte da população para construção de uma sociedade crítica. Sendo a escola, e os profissionais da educação essenciais na construção do senso crítico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao pré-vestibular do projeto social Estudando para Vencer e a seus alunos, pela oportunidade de realizar o estudo e à comissão do evento pela oportunidade.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem também à FAPERJ e à UERJ pelas bolsas e apoio financeiro concedidos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

ÁZARA, G. Documentário - **O brilho da morte: 30 anos do césio 137**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gCcTxnvZb-k>> Acessado em 14 de outubro de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC, Semtec 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013.

CCEAD PUC-RIO. **Tudo se Transforma, Radiações, Marie Curie**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=tO3QMbiAhRI&feature=youtu.be&list=PLRqGANMTmslTuCI394yT7GLowATULdPUB>> Acessado em 15 de outubro de 2018.

CÉSIO 137 GOIÂNIA. Disponível em <<http://www.cesio137goiania.go.gov.br/>> Acessado em 14 de outubro de 2018

E-RADIOLOGIA. **Linha Direta Justiça - Césio 137**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=MfshO3PvIYs>> Acessado em 15 de outubro de 2018.

G1, SÃO PAULO. **Chernobyl: desastre nuclear na Ucrânia completa 30 anos**. Disponível em < <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2016/04/chernobyl-desastre-nuclear-na-ucrania-completa-30-anos.html>> Acesso em 20 de outubro de 2018

PINHEIRO, N. A. M. et al. Ciência, Tecnologia E Sociedade: a Relevância do Enfoque CTS Para O Contexto Do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. **Ciênc. educ.** (Bauru) [online]. 2001, vol. 7, n. 1 [cited 2020-02-28], pp.95-111.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p.110-132 2000.