

# Radioatividade e CTS: Resultados de uma implementação

## Radioactivity and CTS: Results of an implementation

**Zaira Zangrando Cardoso**

Colégio Militar de Brasília

[zairazc@gmail.com](mailto:zairazc@gmail.com)

**Rosana Oliveira Dantas de Abreu**

Colégio Militar de Brasília e Programa de Pós-Graduação em  
Ciências/UNIFRAN

[rosana.abreu@gmail.com](mailto:rosana.abreu@gmail.com)

**Roseline Beatriz Strieder**

Instituto de Física/UnB

[roseline@unb.br](mailto:roseline@unb.br)

**Shirley Margareth Buffon da Silva**

Faculdade de Educação/UnB

[shirleybuffon@yahoo.com.br](mailto:shirleybuffon@yahoo.com.br)

**Wildson Luiz Pereira dos Santos**

Instituto de Química/UnB

[wildson@unb.br](mailto:wildson@unb.br)

### Resumo

O ensino de Química, no Ensino Médio, deve contribuir para que o aluno tenha condições para interpretar o mundo, questionar, analisar, se inserir de forma crítica nos fatos e acontecimentos. Este trabalho tem por objetivo apresentar reflexões em torno da implementação de uma proposta de ensino centrada no tema Radioatividade. Analisou-se, a partir das produções dos alunos, em que sentido e até que ponto as atividades didáticas desenvolvidas apresentaram indicadores da compreensão de aspectos relacionados à Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, entendidos como parâmetros da Educação CTS. A maior parte dos trabalhos evidencia que o que prevalece nas produções dos alunos é o conhecimento científico, certamente por influência da própria proposta e do contexto escolar. Portanto, destacamos a importância da inserção de discussões relacionadas às perspectivas mais críticas de racionalidade científica, a exemplo das limitações da ciência; às implicações do desenvolvimento tecnológico e à importância da participação social.

**Palavras chave:** ensino de Química, Ensino Médio, CTS

### Abstract

The teaching of chemistry in high school must enable students to interpret the world, question, analyse and place themselves critically in reality. The purpose of this study is to introduce considerations about a teaching proposition on the subject Radioactivity. Based on student's production, this study analyses how effectively classroom activities

can lead to the understanding of issues related to Scientific Rationality, Technological Development and Social Commitment, meant as parameters of the STS Education. Research showed that scientific knowledge prevailed in most of the students' production, as a consequence of the influence of the teaching proposition itself and of the school environment. Therefore, it is essential to emphasize how important it is to include, in the teaching-learning process, debates concerning not only the most critical perspectives of scientific rationality, such as, for example, the limitations of science, but also debates concerning the implications of technological development and the role of social commitment.

**Key words:** Chemistry teaching, high school, STS

## Introdução

O ensino de Química no Brasil, muitas vezes, se atém à transmissão de informações desconectadas do cotidiano, implicando geralmente em conteúdos fragmentados, memorizações de fórmulas e nomenclatura de compostos químicos, uso de equações complexas e aplicação de regrinhas em um processo de mecanização e sem o devido entendimento de uma situação-problema (MÉNDEZ, 2004). Segundo Lück (2007), em uma simples observação do processo educativo, verifica-se que ocorre uma prática voltada à resolução de atividades e conteúdos que se unem, mas não se somam e não se associam.

Ao contrário dessa perspectiva, a nosso ver, o ensino de Química deve contribuir para que o aluno tenha condições para interpretar o mundo, questionar, analisar, se inserir de forma crítica nos fatos e acontecimentos com os quais se encontra. Esse propósito encontra respaldo nos pressupostos da Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), como defendido por Santos e Mortimer (2000); Pinheiro, Silveira e Bazzo (2005) e Strieder (2012), dentre outros.

Com esses pressupostos, temos desenvolvido no âmbito do Projeto Obeduc propostas pedagógicas de educação CTS. No presente trabalho, são apresentados resultados obtidos a partir da aplicação de um planejamento didático para explorar o tema Radioatividade. O objetivo da investigação foi identificar, a partir das produções dos alunos, indicadores que apontem em que sentido e até que ponto, nas atividades didáticas realizadas, foram contemplados aspectos relacionados à Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, entendidos como parâmetros da Educação CTS. Pretende-se assim, avaliar a efetividade das propostas didáticas que temos desenvolvido, visando refletir sobre avanços e lacunas encontradas no processo em curso.

## Parâmetros da educação CTS

Para Santos e Mortimer (2002), o ensino de ciências deve favorecer o conjunto de relações entre o conhecimento científico, o tecnológico e suas implicações sociais, com o objetivo que o aluno estabeleça uma noção que lhe possibilite refletir criticamente sobre a Ciência, a Tecnologia e suas consequências, de forma a se posicionar frente aos problemas sociais.

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2005), com a Educação CTS, a relação professor/aluno, bem como o trabalho em sala de aula passam a ter outro panorama. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos,

juntos, passam a explorar o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo imutável, venerado e inviolável e passa a estar sujeito a questionamentos e a reformulações.

De acordo com Strieder (2012), a Educação CTS tem como pressupostos o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. Para contribuir com o desenvolvimento de percepções, segundo Strieder (2012), faz-se necessário contextualizar o conhecimento científico, buscando assim a aproximação com o cotidiano do aluno. Para contribuir com o desenvolvimento de questionamentos, além de contextualizar é necessário discutir as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, e, para contribuir com o desenvolvimento de compromissos sociais é preciso fazer uma leitura crítica da realidade.

A esses propósitos, segundo a autora, se articulam três parâmetros: Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. A Racionalidade Científica está diretamente relacionada à ciência e não se reduz a ela, mas ao que está atribuído a ela; a ciência é racional em sua essência e resultado da atividade humana, portanto, devemos reconhecer suas limitações. Com isso, a crítica não está na ciência, mas na ideia de racionalidade. Como nas discussões acerca da ciência, a crítica não recai à tecnologia, mas ao modelo de desenvolvimento que vem associado ao modelo de ciência e sociedade. Para tanto, devemos almejar um modelo de desenvolvimento que não vise à geração de lucro econômico, mas que satisfaça as necessidades básicas. A Participação Social está relacionada ao papel da sociedade dentro da ciência e tecnologia, no mundo atual e aos diferentes níveis de participação possíveis, buscando uma cultura de participação no âmbito das políticas públicas.

## **O Contexto e a Proposta Didática**

A proposta pedagógica, centrada no tema Radioatividade, foi desenvolvida em uma escola pública federal, localizada em Brasília/Distrito Federal. Atualmente, o corpo docente dessa escola é composto por aproximadamente 280 professores e possui 3050 alunos de ensino fundamental e médio matriculados. O efetivo de professores e alunos da escola é distribuído em turmas do sexto ano do ensino fundamental ao terceiro ano do ensino médio. Cada turma possui aproximadamente 34 alunos.

Além das atividades regulares, na escola são desenvolvidas atividades extraclasses, dentre as quais destacamos: iniciação desportiva; atividades culturais e artísticas; aulas de apoio pedagógico no contraturno; clubes e grêmios; aulas preparatórias para as Olimpíadas de conhecimento. Em relação ao ensino de Química nessa escola, percebem-se algumas dificuldades, como o excesso de conteúdo; a ênfase no “formulismo matemático”; dificuldades por parte dos alunos em compreender alguns fenômenos e correlacioná-los ao cotidiano; pequeno número de aulas práticas; enfim, uma série de entraves que contribuem para a falta de interesse por parte dos alunos. Vale ressaltar que a escola mantém um currículo extenso, com diversos tópicos, padronizado para todas as escolas da rede federal a que está submetida. Além disso, exige um planejamento comum a todos os professores da mesma disciplina. Assim todas as turmas desenvolvem o mesmo assunto na semana, sendo que a avaliação de estudo (AE) aplicada é a mesma para todas as turmas.

Em síntese, trata-se de um contexto escolar usual, centrado na abordagem dos conteúdos de forma clássica, e com uma série de restrições curriculares. Em função desse contexto, a proposta pedagógica sobre Radioatividade foi organizada de forma a contemplar:

1. O desenvolvimento do conteúdo sobre Radioatividade no formato de aulas expositivas e vídeos. Dentre os assuntos acerca do conteúdo abordados em sala estão a descoberta/histórico da radioatividade; os efeitos das emissões radioativas; a natureza das radiações e suas leis; cinética das desintegrações radioativas; reações artificiais de transmutação; fissão e fusão nuclear; aplicações das reações nucleares e acidentes nucleares. Dentre os vídeos debatidos em sala estão: “Projeto Manhattan – construção da bomba” e “Césio 137 – Linha Direta”.

2. A elaboração de produções escritas por parte dos alunos. Cada turma foi dividida em oito grupos de até 5 alunos e cada grupo ficou incumbido de criar e apresentar uma música/paródia ou teatro de acordo com um dos subtemas listados a seguir, os quais foram definidos pelas professoras e sorteados pelos alunos. Os subtemas explorados foram: Histórico da radioatividade (H); Acidentes nucleares de Chernobyl ou Fukushima (AC-C); Acidente nuclear de Goiânia (AC-G); Aplicação tecnológica da radioatividade na agricultura e/ou na indústria (AAI); Aplicação da radioatividade na medicina (AM); Impacto ambiental da energia nuclear (IA); Datação pelo Carbono-14 (DC); Fissão e fusão nuclear (FF). Ao total, foram elaboradas 80 produções escritas.

3. A apresentação das produções, que ocorreu durante duas aulas, sendo que cada grupo tinha aproximadamente 15 minutos para apresentar seu trabalho. Essas apresentações ocorreram dentro das próprias salas de aula e os grupos poderiam utilizar instrumentos musicais, *playback*, construir uma cena, utilizar objetos, roupas, imagens, além do uso de aparato tecnológico como, TV, telefones celulares, *laptop*, caixas de som, etc.

4. A elaboração de um texto dissertativo em grupo acerca das impressões percebidas pelo conteúdo estudado, após as aulas e apresentações. Esse texto poderia conter aspectos positivos e negativos, impressões pessoais e questionamentos sobre o assunto – Radioatividade.

Essa proposta foi desenvolvida durante o 3<sup>o</sup> bimestre 2014, em 14 aulas de 45 minutos, por duas professoras de Química do 2<sup>o</sup> ano do ensino médio e envolveu a participação de nove turmas, num total de 204 alunos.

## **Procedimentos investigativos**

As produções dos alunos (música/paródia, teatro e textos dissertativos) foram analisadas tomando por base a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2009), orientada pela matriz de referência elaborada por Strieder (2012). Foram analisados 10 trabalhos (música/paródia e teatro) de cada subtema e 65 textos dissertativos.

Buscamos, nos trabalhos, unidades de significado relacionadas à Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. No caso da Racionalidade Científica, analisamos se as produções dos alunos apresentavam vocabulário e explicações científicas, exemplos da presença do conhecimento científico no mundo; malefícios e benefícios dos produtos da ciência; aspectos históricos, relacionados à condução das investigações científicas; relações entre as investigações científicas e seus produtos; e se discutiam insuficiências da ciência. No caso do Desenvolvimento Tecnológico, analisamos se as produções apresentavam/citavam: questões técnicas; contribuições da tecnologia; especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico; propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias e, a necessidade de adequações sociais. Por fim, no que se refere à Participação Social, analisamos se as produções dos alunos continham discussões sobre a presença da Ciência e da Tecnologia na sociedade; necessidade de decisões

individuais e/ou coletivas associadas ao tema; a importância do estabelecimento de mecanismos de pressão; e, a necessidade de participação social no âmbito das esferas políticas.

Ao analisar as produções dos alunos a partir da matriz de referência proposta por Strieder (2012) objetivamos reconhecer diferentes dimensões contempladas na prática pedagógica desenvolvida, assim como lacunas da mesma. O que nos leva a refletir sobre o processo em curso e a criar subsídios a serem priorizados em práticas escolares posteriores.

## Resultados e Discussão

O Quadro 1 apresenta os itens encontrados nas produções dos alunos, relacionados aos parâmetros de análise anteriormente apresentados.

Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
- Vocabulário científico – VC - Explicações Científicas – EC - Exemplos dos conhecimentos científicos – ECC - História ou construção do conhecimento – CC	- Benefícios de tecnologias associadas à radioatividade – BT - Impactos ou implicações negativas de tecnologias associadas à radioatividade – IN	- Necessidade de Conscientização Individual – CI

Quadro 1. Categorias selecionadas de acordo com os parâmetros propostos.

Com relação à Racionalidade Científica as produções fazem referência: ao uso/menção de algum termo científico, a exemplo dos elementos químicos (categoria VC); a presença de explicações científicas acerca do conteúdo (categoria EC); a menção de exemplos do conhecimento no cotidiano (ECC); e, à menção do contexto histórico ou de relatos sobre a vida de cientistas que contribuíram para a construção do conhecimento (CC). Sobre o Desenvolvimento Tecnológico encontramos: menção de benefícios relacionados à radioatividade (BT) e de impactos ou implicações negativos (IN). E, por fim, com relação à Participação Social encontramos mensagens de conscientização, relacionadas a decisões individuais (CI).

A seguir, a título de exemplificação, são apresentados, no Quadro 2, excertos das produções dos alunos e a categoria em que foram classificados.

Excerto	Categoria
<i>"(...)Existia uma garotinha que se chamava Marie Curie. Ela queria poder estudar física nuclear, mas a Rússia, não deixava, na Polônia pesquisar. Marie Curie, foge então, para a França ir morar. (...)"</i>	CC
<i>"(...) Energia nuclear, com várias aplicações. Bastante perigosa, levanta preocupações. Resíduo nuclear não é uma coisa qualquer. Fica atento na matéria, vai cair na AE. Química, térmica, radioativa, são as poluições causadas por vazamentos das piores condições. Tome cuidado, esse lixo causa câncer nos humanos. Para a gente ficar doente nunca tá nos planos. (...)"</i>	VC IN CI
<i>"(...) Brincou com o césio e saiu contaminada. Brincou com o césio e ele ficou na sua mão. Brincou com o césio e ficou irradiada. Brincou com o césio sua morte veio então."</i>	VC IN

<p><i>"(...) Em várias situações ela se aplica. Agropecuária, medicina, fica a dica. Com destaque pra energia produzida lá na usina, que se escapar algum resíduo pode causar uma chacina. Há muito tempo estudada, energia que prospera. Não produz CO<sub>2</sub>, não agride tanto a atmosfera. Mas se não tiver cuidado, a galera desespera. Mata humanos, animais, plantas e aí já era. Dentro de reatores seus resíduos são mantidos. Em grandes caixas de metal, lacrados e protegidos. Em toneladas de concretos eles são envolvidos. Para que ambientes naturais não sejam atingidos. (...)"</i></p>	<p>VC ECC IN</p>
<p><i>"(...) Com o carbono-14 envolvido nos fósseis e mumificação, a idade das coisas antigas com esse carbono é possível afirmar. Pois com o seu decaimento ao carbono-12 podemos comparar. Esse isótopo é formado pelos raios cósmicos na atmosfera, que se choca com o Nitrogênio-14 de deixa tudo muito fera. Só que pra ele decair, ele demorou 5730 anos. A meia-vida dele é comprida e por isso nos ajuda nos mistérios da vida. (...)"</i></p>	<p>EC</p>

Quadro 2: Excertos das produções dos alunos e a categoria em que foram classificados

A Tabela 1 apresenta uma síntese da análise das produções dos alunos (músicas/paródias e teatro). Nessa tabela, as colunas representam os subtemas das produções e as linhas as categorias de análise; os números indicam a quantidade de trabalhos sobre determinado tema que contemplou as categorias anteriormente descritas. Vale ressaltar que não foram quantificadas as vezes que cada categoria comparece nos trabalhos. Sendo assim, por exemplo, dos 10 trabalhos centrados no subtema Acidentes Nucleares – Chernobyl ou Fukushima (AC-C), 4 mencionam algum vocabulário científico (VC), 1 apresenta explicações científicas (EC), nenhum apresenta exemplos do conhecimento no cotidiano (ECC), e assim por diante. No entanto, não é um somatório, uma vez que no mesmo subtema pode ter sido mencionado mais de uma categoria.

		SUBTEMAS								Total de trabalhos em que comparece cada uma das categorias
		AC - C	AC - G	H	IA	DC	AAI	AM	FF	
CATEGORIAS	VC	4	7	8	7	8	7	10	8	59
	EC	1	1	3	7	6	1	0	8	27
	ECC	0	0	4	3	8	6	4	8	33
	CC	1	1	8	2	2	2	0	1	17
	IN	9	8	2	8	0	2	0	4	33
	BT	0	0	2	0	0	8	0	0	10
	CI	0	0	2	3	0	2	0	2	9

Tabela 1: Relação entre subtemas e categorias nos trabalhos apresentados.

As categorias que ficaram em evidência foram: vocabulário científico (VC), exemplos do conhecimento no cotidiano (ECC), impactos ou implicações negativos (IN) e explicações científicas acerca do conteúdo (EC). As categorias, construção do conhecimento científico (CC), benefícios relacionados à radioatividade (BT) e necessidade de conscientização individual (CI), estiveram presentes em menos trabalhos.

Nos trabalhos sobre os subtemas Histórico da Radioatividade (H) e Aplicação tecnológica da radioatividade na agricultura e/ou na indústria (AAI) foram identificadas todas as categorias, o que deve estar associado à própria natureza desses subtemas. Algumas categorias ficaram em destaque em alguns subtemas, fato esse explicado pela própria peculiaridade do assunto. Por exemplo, nos trabalhos relacionados ao subtema Histórico da Radioatividade (H), prevalece o contexto histórico ou relatos sobre a vida dos cientistas que contribuíram para a construção do conhecimento (CC); nos trabalhos

sobre Acidentes Nucleares (AC) e Impacto Ambiental da Energia Nuclear (IA) são mais citados impactos ou implicações negativas (IN).

A Tabela 2 apresenta uma síntese da análise dos 65 textos elaborados pelos grupos de alunos ao final da proposta. Nessa tabela as colunas representam os subtemas mencionados pelos alunos e as linhas as categorias; o número indica a quantidade de textos sobre determinado tema que contemplou as categorias anteriormente descritas. Vale destacar que em vários textos foram encontrados mais de um subtema e mais de uma categoria. Em síntese, a tabela mostra que para o subtema Acidentes (AC), em 20 desses textos comparece algum vocabulário científico (VC), em 9 explicações científicas (EC), em 16 exemplos do conhecimento no cotidiano (ECC), e assim por diante.

		SUBTEMAS							Total
		AC	H	IA	DC	AAI	AM	FF	
CATEGORIAS	VC	20	11	5	13	24	32	12	117
	EC	9	9	2	10	13	18	11	72
	ECC	16	7	4	8	20	24	8	87
	CC	8	14	1	4	13	13	4	57
	IN	14	10	5	6	23	25	5	88
	BT	10	9	3	7	15	20	5	69
	CI	0	1	1	0	1	1	0	4

Tabela 2: Quantitativo de textos relacionados aos subtemas e categorias.

De acordo com a Tabela 2 as categorias que ficaram em evidência nos textos são o vocabulário científico (VC), exemplos do conhecimento no cotidiano (ECC), impactos ou implicações negativos (IN) e explicações científicas acerca do conteúdo (EC), o que corroboram com as análises dos trabalhos. O subtema Aplicações na Medicina (AM) foi o mais citado enquanto que o subtema Fissão e Fusão (FF) foi o menos mencionado nos textos dos alunos.

Em consonância com os trabalhos, os textos não apresentam elementos mais críticos relacionados à Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. A ênfase esteve no conhecimento científico (vocabulário e exemplos), e nos aspectos negativos relacionados à tecnologia. Apesar disso, entende-se que os alunos demonstraram interesse pelo assunto estudado e ainda que de forma limitada (no que se refere às perspectivas mais críticas de CTS), conseguiram apresentar trabalhos e textos que trouxeram conhecimentos acerca do tema em questão.

Por fim, pôde-se observar, também, que os alunos se mostraram criativos na produção artística. Alguns grupos montaram cenários, utilizaram roupas diferentes, fizeram uso de imagens projetadas, montaram vídeos, tocaram instrumentos. Além disso, se preocuparam em rimar a letra da música, e em escrever os roteiros das peças. A escolha da apresentação dos trabalhos, por meio da música e do teatro, teve como intenção dinamizar as apresentações e a pesquisa. Assim como Silveira e Klouranis (2008), entendemos que a música, nas aulas de Química, se revela absolutamente útil na interpretação de mensagens do cotidiano e pode ter significado científico, social e tecnológico, além de poder transcender a simples memorização de fórmulas.

## Considerações Finais

A análise do trabalho evidencia que o que prevalece nas produções dos alunos é o conhecimento científico (vocabulário e exemplos), certamente por influência da própria

proposta e, também, do contexto escolar. Nesse sentido, destaca-se a importância de inserirmos, também em nossas aulas discussões relacionadas às perspectivas mais críticas de racionalidade científica, a exemplo das limitações da ciência; às implicações do desenvolvimento tecnológico e à importância da participação social. Ou seja, no caso aqui apresentado, as aulas estiveram centradas na abordagem do conhecimento científico, da forma como está presente no livro didático adotado pela escola, sem questionamentos associados ao desenvolvimento científico-tecnológico e suas implicações/relações com a sociedade. Certamente, essa abordagem influenciou as produções dos alunos, em especial os textos elaborados ao final das atividades, que estiveram centrados no conhecimento científico.

Ainda assim, entende-se que foi possível contribuir com o desenvolvimento de percepções sobre o assunto e sobre a presença e importância da ciência para a sociedade. Como destacado por Strieder (2012), os aspectos mais amplos relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade colaboram para contextualizar o conhecimento científico, buscando uma aproximação com o cotidiano do aluno.

Também, com este trabalho percebemos que uma inserção pontual não basta para aprofundar as discussões CTS. É preciso pensar em dinâmicas diferentes para avançar nessas discussões para que o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromisso social não seja apenas esporádico, mas, uma rotina, com os aprofundamentos necessários.

Por fim, entende-se que as reflexões aqui apresentadas, sobre uma prática efetiva de sala de aula, desenvolvida em um contexto escolar usual, podem contribuir para o universo de discussões em torno das implementações curriculares balizadas por pressupostos CTS.

## Referências Bibliográficas

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- LÜCK, H. **Ação integrada: administração, supervisão e orientação educacional**. 26 ed. Rio de Janeiro. RJ: Petrópolis: Vozes, 2007. 66p.
- MÉNDEZ, M.M.S.; La Ciencia de lo Cotidiano. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 1, 109, 2004.
- PINHEIRO, N.; 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 – SP, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.
- 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. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte – MG, v. 2, n. 2, p. 01-23, 2000.
- SILVEIRA, M. P.; KIOURANIS, N. M. M. A música no ensino de Química. **Química Nova na escola**. São Paulo, n.28, p.28-31, 2008.
- STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese de Doutorado. Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.