

# **RADIOATIVIDADE: MOCINHA OU VILÃ? UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM COM FOCO NAS RELAÇÕES CTSA POR MEIO DE QSC'S**

## **RADIOACTIVITY: MOLINHA OR VILÃ? A SEQUENCE OF TEACHING AND LEARNING WITH FOCUS ON CTSA RELATIONSHIPS BY MEANS OF QSC'S**

**Danilo Oliveira de Souza**

Universidade Federal de Pernambuco  
[danilo.22souza@hotmail.com](mailto:danilo.22souza@hotmail.com)

**Danúbia Oliveira de Souza**

Instituto Federal de Pernambuco  
[danubia.nubia16@hotmail.com](mailto:danubia.nubia16@hotmail.com)

**Bruna Herculano da Silva Bezerra**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
[bruna.herculano4@gmail.com](mailto:bruna.herculano4@gmail.com)

### **Resumo**

O referido trabalho teve como objetivo analisar as contribuições e limitações da aplicação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) pautada na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para compreensão de conceitos relativos à Radioatividade e suas implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. A pesquisa caracteriza-se como pesquisa de campo, de ordem investigativa, descritiva e qualitativa, sendo aplicada em uma escola estadual de ensino semi-integral localizada no interior do estado de Pernambuco, sendo o município, Vitória de Santo Antão – PE. Considera-se como sujeitos de pesquisa uma turma de 3º ano do Ensino Médio, totalizando 32 estudantes. A análise se desenvolveu com foco nas respostas das Questões Sociocientíficas (QSC's) dos estudantes, onde foi perceptível a construção de um pensamento crítico e reflexivo sobre as problemáticas enfrentadas.

**Palavras chave:** perspectiva CTSA, QSC, Radioatividade, Ensino de Química

### **Abstract**

The aim of this study was to analyze the contributions and limitations of the application of a Sequence of Teaching and Learning (SEA) based on the Science, Technology, Society and Environment (CTSA) perspective to understand concepts related to Radioactivity and its scientific, technological, social and environmental issues. The research is characterized as a

field research, of investigative, descriptive and qualitative nature, being applied in a state school of semi-integral education located in the interior of the state of Pernambuco, being the municipality, Vitória de Santo Antão - PE. Being considered as research subjects a 3rd year high school class, totaling 32 students. The analysis was developed with a focus on the answers of the Socio-Scientific Questions (QSC's) of the students, where it was possible to construct critical and reflexive thinking about the problems faced.

**Key words:** CTSA perspective, QSC, Radioactivity, Chemistry Teaching

## Introdução

O ensino de ciências/química ao longo dos tempos vem passando por importantes modificações para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo buscando a inserção de projetos, temáticas e metodologias inovadoras a fim de favorecer a propagação do conhecimento e dinamização do sistema educacional.

O ensino de ciências, de acordo com Teixeira (2003, p. 2) é “marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo”. Como mostra Santos (1999, p. 7):

Tudo se passa como se fazer ciência fosse algo desconectado da realidade, como se o saber científico não tivesse raízes em meios sociais e ideológicos, como se a produção científica nunca respondesse as motivações sociopolíticas e/ou instrumentais, como se não contemplasse temas da atualidade, como se não tivesse utilidade social ou essa utilidade se restringisse a uma porta de acesso a estudos posteriores.

Esses distanciamentos das questões reais e dos temas atuais que contemplam a atividade científica, daquilo que é ensinado na escola impossibilita a aquisição de habilidades cognitivas durante o processo de ensino e a construção de conceitos, de forma que estes se tornem significativos em contextos extraescolares.

Desse modo, diferentes abordagens metodológicas vêm ganhando mais espaços nos centros de ensino, a perspectiva CTSA, por exemplo, vem no sentido de contribuir para formação científica mais ampla que não contemplem apenas aspectos conceituais, mas que incluam dimensões procedimentais e atitudinais, e, sobretudo o estudo sobre como o desenvolvimento científico e tecnológico influencia e é influenciado mutuamente pelas questões no âmbito social e ambiental.

Para Von Linsingen (2007, p. 32):

Educar numa perspectiva CTSA é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia.

A compreensão a respeito da importância de se estudar química é fundamental para a superação dos obstáculos enfrentados no ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Entender e conhecer a abrangência da química e seu alcance nas situações problemáticas reais que perpassam o cotidiano e a sociedade contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas, e para a construção do senso crítico do estudante.

Nessa direção, elaboramos uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) pautada na perspectiva CTSA com o tema “Radioatividade: Mocinha ou Vilã?”, na qual trabalhamos aspectos positivos e negativos que perpassam essa temática e problematizamos as relações CTSA que emergem quando tal tema é tratado. O referido trabalho está subsidiado por uma pesquisa mais ampla fruto do trabalho de conclusão de curso, e para os dados aqui expostos foi realizado um recorte específico da atividade em que os estudantes responderam questões sociocientíficas (QSC) sobre o tema em questão.

## A Perspectiva CTSA no Ensino de Química

Na abordagem de ensino CTSA são exploradas as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, onde se busca um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e teorias centradas na memorização de conteúdos canônicos, sendo abordados por meio de aulas temáticas, onde é necessário que a mesma seja respaldada por questões controversas, subsidiando a aprendizagem e tornando-a mais significativa.

A introdução de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia tem sido recomendada em currículos com ênfases em Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS (Santos & Mortimer, 2002), os quais possuem como principal objetivo a formação para a cidadania (AIKENHEAD, 2006; SANTOS & SCHNETZLER, 2014). Essas questões têm sido geralmente denominadas *socioscientific issues (SSI)* que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos.

Na abordagem CTSA a introdução de tais questões segundo Ratcliffe (1998), têm sido proposta no ensino de ciências com diferentes objetivos, que podem ser relacionados a cinco categorias: (1) relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social; (2) motivação – despertar um maior interesse dos alunos pelo estudo de ciências; (3) comunicação e argumentação – ajudar os alunos a se expressar, ouvir e argumentar; (4) análise – ajudar os alunos a desenvolver raciocínio com maior exigência cognitiva; (5) compreensão – auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência.

Desse modo, as questões sociocientíficas são constituídas de temas controversos nas quais requer dos estudantes tomadas de decisões para resolução das problemáticas expostas aos mesmos. Santos (2002) também vai ao encontro dessas questões, onde classifica esses aspectos como Aspectos Sociocientíficos (ASC), que visam a inserção ativa dos estudantes na discussão dos assuntos por meio de debates, onde possibilita a formação humanística e crítica dos sujeitos envolvidos.

## Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como pesquisa de campo, de ordem investigativa, descritiva e qualitativa. Assume uma abordagem qualitativa, pois, considera o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados e o pesquisador como o instrumento-chave. Além disso, assume um caráter exploratório e descritivo e trabalha com alguns dados quantitativos que em certa medida endossam e justificam a análise apresentada.

Para Pronadov e Freitas (2013, p.70):

Na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo. Nesse caso, as

questões são estudadas no ambiente em que elas se apresentam sem qualquer manipulação intencional do pesquisador.

Desse modo, o campo de estudo do trabalho foi uma escola estadual de ensino semi-integral localizada no interior do estado de Pernambuco, no município de Vitória de Santo Antão, no qual são considerados como sujeitos de pesquisa uma turma de 3º ano do Ensino Médio, totalizando 32 estudantes, sendo alguns moradores da zona rural. Fato este que em alguns momentos dificultava o processo de ensino e aprendizagem, pois precisavam se ausentar antes do final da aula.

O referido trabalho busca analisar as possíveis contribuições no processo de ensino e aprendizagem sobre o conteúdo de Radioatividade, e como a SEA pautada em tal perspectiva pode subsidiar a construção do conhecimento crítico e reflexivo do conteúdo trabalhado, de forma que os estudantes a partir do desenvolvimento desse senso crítico e reflexivo consigam compreender as relações CTSA que envolvem as questões em diferentes campos e contextos, e tomem decisões sobre a temática de forma responsável com os conhecimentos construídos.

A pesquisa completa se desenvolveu em três fases distintas: [1] Fase Inicial - etapa de revisão bibliográfica sobre o objeto de pesquisa; [2] Fase Intermediária - elaboração de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) pautada na perspectiva CTSA, a fim de proporcionar uma discussão que correlacione fatores científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, tendo como conteúdo o Estudo da Radioatividade, apresentado com a seguinte temática: “RADIOATIVIDADE E SUAS RELAÇÕES COM A SOCIEDADE: MOCINHA OU VILÃ?”; e [3] Fase Final - aplicação da SEA na escola campo de pesquisa compreendendo 15 horas/aula com duração de 45 min. cada, e uma média de 32 estudantes presentes.

Na SEA foram desenvolvidas as seguintes atividades: aplicação de questionários de caráter diagnóstico, prognóstico e avaliativo com os estudantes; entrevista realizada pelos estudantes junto a familiares e amigos sobre radioatividade; aulas expositivas dialogadas sobre os conceitos químicos envolvidos no tema proposto; produção de textos por parte dos estudantes a partir de notícias de portais eletrônicos, e resolução de questões sociocientíficas estruturadas no contexto da temática em quatro eixos principais (radioatividade na alimentação, radioatividade na medicina, radioatividade na produção de energia e radioatividade na produção de armas químicas). É importante salientar que na resolução das QSC's os estudantes foram organizados em grupos, receberam textos para subsidiar a discussão proposta para cada uma das QSC's abordadas, realizaram a discussão nos pequenos grupos durante aproximadamente 35 min. e elaboraram uma resposta coletiva num cartão de resposta que posteriormente foi socializada num debate com os demais colegas.

Por questões de espaço, analisaremos uma atividade que compõe a aplicação da SEA, mais especificamente, a resolução das questões sociocientíficas através das respostas de dois grupos que foram obtidas no final do processo.

## **Resultados e Discussão**

Considerando que as respostas dos estudantes foram elaboradas coletivamente em pequenos grupos (nomeados de A, B, C, D, E e F), nos quais se desenvolveu a discussão das questões sociocientíficas, nos propomos a analisar as respostas produzidas por dois desses grupos (A e B) e suas respectivas fichas de resposta, que posteriormente foi socializada e discutida na aula junto com o professor e os demais estudantes.

Inicialmente foram entregues às questões sociocientíficas enumeradas aleatoriamente de 1 a 4, sendo essas, compostas por quatro diferentes eixos problemáticos que estão dispostos a seguir: QSC.-1. Radioatividade na Alimentação; QSC.-2. Radioatividade na Medicina; QSC.-3. Radioatividade na Produção de Energia; e QSC.-4. Radioatividade para Produção de Armas Químicas, onde as questões 2 e 3 foram repetidas para abranger todos os grupos.

A referida análise é referente a dois grupos (A e B), onde buscamos nas respostas dos estudantes por aproximações que revelassem indícios de uma compreensão quanto às relações CTSA junto ao tema e ao conteúdo trabalhado e como a decisão construída coletivamente pelos estudantes evidenciam reflexões coerentes e críticas sobre tema e os conteúdos vivenciados.

É importante esclarecer que os grupos já tinham sido organizados a partir do segundo encontro, na produção de texto argumentativo tendo como base algumas notícias que foram trabalhadas ao longo das aulas. Todas as atividades da SEA (quando em grupo) foram realizadas pelas formações iniciais dos mesmos, por isso a quantidade de estudantes em cada um dos grupos variou em decorrência da falta de alguns integrantes na ocasião da aplicação das QSC's. Para preservar a identidade dos sujeitos, em cada grupo foram criadas siglas referentes às duas primeiras letras dos nomes dos respectivos estudantes.

### **Grupo A – QSC 3 (Radioatividade na Produção de Energia)**

O grupo A foi composto por seis (6) estudantes. A QSC 3, discutida por esse grupo, abordava elementos a respeito da produção de energia, tendo em vista o crescimento populacional e taxas de geração de energia nuclear. A problemática exposta se tratava da instalação de uma usina nuclear na cidade de Vitória de Santo Antão/PE para a geração de energia, na qual se questionava sobre a importância da respectiva usina, assim como eventuais pontos positivos e/ou negativos.

Através da análise podemos observar que o grupo conseguiu elencar fatores que contemplam uma visão ampla do assunto, como podemos notar nos estratos da resposta do referido grupo, destacadas em itálico: *“a instalação de uma usina seria benéfica para a cidade de Vitória e para Pernambuco, pois também iria ajudar na economia”*.

Na resposta desses estudantes destacam-se aspectos sociais e políticos envolvidos na questão que se relacionam aos conhecimentos discutidos e construídos ao longo da SEA, quando é exposto que uma usina tem grande relevância e causaria mudanças sociopolíticas para o município e conseqüentemente para o estado.

Dentre os pontos positivos elencam que a instalação da usina: *“traz a melhor taxa de geração de calor e não emissão de gases causadores do efeito estufa, já que os buracos da camada de ozônio vêm gerando grande debate mundial”*.

Nessa resposta, os estudantes ilustram que uma das grandes problemáticas enfrentadas pela sociedade, o aquecimento global, pode ser reduzido por outras fontes de energia, como a nuclear. Reforçando assim, o quanto que o conhecimento científico pode contribuir com a sociedade e o ambiente.

Entretanto elencam como ponto negativo o risco implícito que a instalação da usina fornece, como nota-se no seguinte trecho: *“iria colocar em risco a cidade, pois com um descuido poderia levar um reator a ser danificado e prejudicaria assim a cidade e os seus arredores, como ocorreu em um acidente em Chernobyl”*. Tal resposta evidencia que os estudantes estabeleceram uma relação crítica importante entre o conteúdo tratado na SEA (aspectos tecnológicos do funcionamento de uma usina, acidentes nucleares e seus impactos) com a

problemática tratada.

Em síntese, a resposta evidencia uma reflexão crítica quanto aos prós e contras da instalação de uma usina nuclear no município que os estudantes vivem, na qual, consideram aplicações positivas e implicações negativas, visto que já ocorreram algumas fatalidades pelo mundo com a instalação da mesma. De forma geral, na resposta da QSC 3, diversos fatores são apontados pelos estudantes e evidenciam contribuições da SEA para a compreensão em relação ao tema e os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais implícitos na discussão da questão.

### **Grupo B – QSC 2 (Radioatividade na Medicina)**

O grupo B foi composto por sete (7) estudantes. A problemática apresentada na QSC 2 diz respeito a necessidade do conhecimento químico para elucidar alguns questionamentos indagados pela sociedade, assim como a construção do pensamento crítico sobre a utilização de elementos radioativos na medicina, onde foi utilizado o acidente com o Césio-137 em Goiânia para iniciar o processo reflexivo perante os estudantes.

Tendo o acidente com Césio-137 como proposta problematizadora para a discussão e resolução da questão, pois por um erro e falta de fiscalização de órgãos competentes em uma clínica que utilizava equipamento com material radioativo, se deu origem a um dos maiores acidentes ocorrido no Brasil, o acidente em Goiânia-GO. A discussão sobre a falta de conhecimento químico pelos catadores se fez presente na resposta do grupo, pois a informação poderia diminuir os riscos ali presentes, assim como a falta de políticas públicas para fornecer oportunidades em diferentes áreas para todos, como na saúde, segurança e educação, sendo este último fato, uma das variáveis que poderiam ser modificadas pela proposição de oportunidades igualitárias a sociedade, como podemos observar no seguinte estrato da resposta do grupo: *“nota-se que os administradores públicos são omissos em proporcionar oportunidades equivalentes para a sociedade, e os mais afetados são as pessoas de classes menos favorecidas como os catadores de reciclagem”*.

Alguns fatores influenciaram para uma visão negativa que a sociedade como um todo tem em relação ao uso da radioatividade. Os efeitos de alguns acidentes perpetuam por longas décadas, causando vários danos e influenciando nessa visão negativa como ilustrado no relato da resposta do grupo no seguinte estrato: *“com todos acidentes ocorridos as pessoas ficaram com uma visão estereotipada sobre o uso da radioatividade”*.

Contudo, os estudantes apontam que o emprego da radioatividade na medicina deve se dar de forma correta e responsável, pois, esta aplicação traz grandes benefícios para a sociedade, conforme estrato extraído da resposta do grupo: *“as aplicações vão desde a detecção ao tratamento, e sem dúvida deve ser utilizada para proporcionar qualidade de vida”*.

Como podemos perceber, na resposta da QSC 2, diversos fatores são apontados pelos estudantes (científicos, sociais, ambientais, políticos e etc.) e evidenciam contribuições da SEA para a compreensão em relação ao tema e as relações CTSA que envolvem a discussão da questão. De forma sintética, alguns desses elementos puderam ser identificados nas respostas do grupo B e refletem uma compreensão reflexiva e crítica que contribui para o debate quanto à problemática na sociedade de forma geral e problematiza o estigma negativo socialmente construído em relação à radioatividade e suas aplicações.

### **Considerações Finais**

Para explorar a dinamicidade que pode ser encontrada na química, e encorajar os estudantes a

tomar posição frente às controvérsias em relação às aplicações da radioatividade na medicina, agricultura, alimentação, e produção de energia foram propostas questões sociocientíficas na forma de “situações problemáticas” nas quais o debate e a opinião dos estudantes construídas ao longo das discussões da SEA puderam ser explorados.

As estratégias didáticas desenvolvidas na SEA e as QSC's exploradas como experiência final do processo de intervenção auxiliaram na compreensão dos referidos conteúdos por parte dos estudantes a cerca das observações para além do campo estritamente conceitual, favorecendo a construção de significados por meio das assimilações e interações do tema com aspectos da discussão quanto às relações CTSA. Através das análises realizadas, a discussão das questões sociocientíficas e a sequência de ensino e aprendizagem como um todo pode contribuir para potencializar o aumento das interações dialógicas em sala de aula, considerando que os estudantes tiveram a oportunidade de expressar-se livremente sobre o tema tratado e sua relação com o conteúdo tomando decisões importantes quando as problemáticas foram inseridas pelo professor e a discussão passou a ser conjunta. Além disso, ao introduzir Aspectos Sociocientíficos (ASC) os estudantes estabeleceram relações com fatos do cotidiano e questões sociais mais amplas, e este fator contribuiu de forma marcante para que o estudante recupere a sua “voz”, as suas visões de mundo sobre os aspectos em discussão e para que as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente emergissem e fossem tratadas nas aulas. Entre os aspectos negativos e as fragilidades do processo destacamos o tempo das aulas, pois, quando temas dessa natureza são tratados em interface com conceitos científicos, as relações entre essas questões são complexas e não podem ser tratadas superficialmente.

## Referências

- AIKENHEAD, G. S. *Science education for everyday life: evidence-based practice*. New York, USA: **Teachers College Press**, 2006.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Associação Pró - Ensino Superior em Novo Hamburgo – ASPEUR. Universidade Feevale, 2ª Ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, - Brasil 2013.
- RATCLIFFE, M. Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. **School Science Review**, v. 79, n. 288, 1998.
- SANTOS, M. E. N. V. M. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências**. In: II ENCONTRO Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999.
- SANTOS, W. L. P. **Aspectos Sócio-científicos nas Aulas de Química**. Tese (Doutorado em Educação). UFMG, Faculdade de Educação. Belo Horizonte, 2002.
- SANTOS, W. L. P.; 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**. vol. 02, n. 2, dez. 2002.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4ª Ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2014.
- TEIXEIRA, P. M. M. A Educação científica sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Revista Ciências & Educação**, v.9, n.2, p. 177-190, 2003.
- VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência e Ensino**, v. 1, Número Especial. Novembro, 2007.