

# **Estudo da radioatividade em uma abordagem CTS para o ensino superior: caminhos para a tomada de decisão**

## **Radioactivity study in a CTS approach to higher education: Paths to a decision making**

**Lourdilene Silva Brito**

Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Piauí  
[lourdilenebrito@gmail.com](mailto:lourdilenebrito@gmail.com)

**Luciana Nobre de Abreu Ferreira**

Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí  
[luciananobre@ufpi.edu.br](mailto:luciananobre@ufpi.edu.br)

### **Resumo**

A pesquisa envolveu uma proposta de ensino de radioatividade através da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino superior, a fim de apresentar as relações CTS concernentes ao tema e proporcionar diferentes posturas e visões acerca da radioatividade em variados campos da sociedade, com vistas ao processo de tomada de decisão. A atividade consistiu em exposição de vídeos, elaboração de perguntas, discussões e dois momentos com diferentes atribuições de papéis, orientados por um roteiro de pesquisa. Para este trabalho, descrevemos a análise das respostas dos alunos a partir do roteiro de pesquisa e orientação, com base na linha francesa da Análise de Discurso, na perspectiva de Eni Orlandi. A análise permitiu verificar que os alunos exploraram variados aspectos da radioatividade e fizeram uso de relações de força e mecanismos de antecipação para propor sugestões e estratégias para a tomada de decisão, modificando os argumentos conforme o papel social que interpretavam.

**Palavras chave:** CTS, radioatividade, tomada de decisão, análise de discurso.

### **Abstract**

The research involved a proposal for teaching radioactivity through the science-technology-society (STS) approach in higher education, in order to present the STS relations concerning the subject and to provide different positions and visions about the radioactivity in various fields of society, with a view to the decision-making process. The activity consisted in exposing videos, elaborating questions, discussing and two moments with different role assignments, guided by a research script. For this work, we describe the analysis of the students' answers based on the research and orientation script, based on the French line of Discourse Analysis, from Eni Orlandi's perspective. The analysis allowed to verify that the students explored various aspects of radioactivity and used force relationships and mechanisms of anticipation to propose suggestions and strategies for decision making, changing the arguments according to the social role that they interpreted.

**Key words:** STS, radioactivity, decision-making, discourse analysis.

## **Introdução**

Nos últimos anos, a ciência e a tecnologia têm sido responsáveis por inúmeras e consideráveis transformações nos mais diversos setores da humanidade. Face aos impactos advindos dessas vertentes, é necessário que a sociedade mantenha uma posição crítica e reflexiva a fim de que tais transformações não surjam de modo incomum ou distante. É importante ponderar os interesses que estão por trás dessas transformações (CHIARO; AQUINO, 2017).

Nessa perspectiva, a abordagem CTS de ensino se destaca no sentido de poder relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, especialmente visando capacitar cidadãos para julgar as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico (SILVA; MARCONDES, 2015).

Segundo Aikenhead (1994), os currículos CTS se organizam por meio de temas científicos que são controversos do ponto de vista social, nesse sentido, destacamos a temática Radioatividade, na qual tem marcado positivamente o setor tecnológico e social, bem como tem sido a causa de inúmeros acidentes. Porém, mesmo diante da considerável repercussão, a radioatividade ainda é pouco abordada, tanto no ambiente de sala de aula, quanto em pesquisas de ensino (SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013), especialmente para o ensino superior (SILVA, 2013).

Em razão disso, é relevante que o ensino de radioatividade seja apresentado pautando-se em seus aspectos científicos, tecnológicos e sociais. Dessa forma, no presente trabalho utilizamos a abordagem CTS com a finalidade de trabalhar a temática radioatividade no ensino de ciências. Para isso, aplicamos e investigamos uma proposta no ensino superior, a fim de proporcionar novas visões e posturas frente ao papel da radioatividade na sociedade, tendo em vista identificar nos discursos dos alunos os caminhos utilizados para o processo de tomada de decisão enquanto interpretavam diferentes papéis sociais.

## **Análise de Discurso francesa**

Tendo como precursor o filósofo francês Michel Pêcheux, nos anos 60, a perspectiva de análise de discurso (AD) tem a intenção de descrever e investigar os sentidos e suas condições de produção (ANDRADE; MARTINS 2006). Segundo Orlandi (2002), tal referencial não concentra-se na língua ou na gramática, mas no discurso e seus efeitos.

Nesse sentido, a AD explica que o processo de constituição de qualquer sequência verbal é determinado pelos interlocutores e por suas circunstâncias históricas, sociais e ideológicas. Essas condições de produção são os agentes determinantes para o que Orlandi (2002) chama de relação de sentidos, no qual o sentido é definido por meio das posições ideológicas envolvidas no processo sócio-histórico de produção das palavras. Dessa forma, o meio em que o sujeito se encontra é determinante para o que ele diz, de sorte que, no discurso, os sentidos se alteram de acordo com as posições ideológicas nas quais os sujeitos estão inseridos.

De acordo com Pêcheux (1988), existem dois esquecimentos que permitem que a ideologia afete o discurso. O esquecimento nº 1, ideológico, destaca que o locutor se posiciona como originador do discurso e entende que este não tenha relação com sentidos já existentes. Pelo esquecimento nº 2, o locutor pode escolher seu discurso em virtude de outros. Monteiro, Santos e Teixeira (2007) explicam que, nesse caso, há a ilusão de que o dito oculta o não-dito, em contrapartida, o mecanismo de antecipação permite que o sujeito se antecipe a seu interlocutor quanto ao sentido de suas palavras.

Diante do exposto, acreditamos que o referencial de Análise de Discurso consiste em uma ferramenta de análise adequada para os dados coletados neste trabalho, visto que permite verificar, nos discursos dos estudantes, características que remetem a uma tomada de decisão, a partir de seus pontos de vistas, mediante a temática trabalhada.

## Procedimentos metodológicos

A pesquisa evidencia um caráter qualitativo, do tipo estudo de caso e foi desenvolvida por meio do curso de extensão “Radioatividade e Sociedade: Transformando pontos de vista”, com duração de 40 horas, organizado exclusivamente para a pesquisa em questão. Os sujeitos envolvidos consistiam em 28 estudantes de diferentes instituições de ensino superior, que cursavam períodos acadêmicos variados, sendo eles dos cursos de Química, Física e Ciências da Natureza. Durante o curso de extensão foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- Caracterização e análise das noções prévias dos estudantes;
- Exposição de vídeos documentários (A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie<sup>1</sup>, Linha Direta Justiça - Césio 137<sup>2</sup> e TV Senado - Tecnologias Nucleares<sup>3</sup>) referentes a diferentes aspectos da temática radioatividade; seguida da elaboração de perguntas e solução de questionários;
- Realização de *roleplay*, atividade na qual os estudantes assumiram posições de habitantes em uma cidade fictícia, na qual tinham que decidir pela proposta de instalação de uma usina nuclear. O caso proposto segue exposto no Quadro 1 a seguir.

### Uma Nova Energia em Radioisópolis

Radioisópolis é uma cidade popularmente conhecida por suas belas praias e seu clima tipicamente tropical. Vive, atualmente, um cenário de constante crescimento urbano. Ao passar pela cidade, observam-se inúmeras casas, grandes comércios, escolas, hospitais que atuam nas mais diversas áreas da medicina e algumas indústrias. O desenvolvimento urbano de Radioisópolis nem sempre foi algo crescente, uma vez que sua história é marcada por uma tragédia ocorrida há 50 anos. Um acidente decorrente do vazamento de resíduos radioativos provenientes de um aparelho de raios-X, em um dos hospitais da cidade, decorrente do manuseio incorreto e do descaso com o lixo gerado pelo mesmo aparelho, ocasionou a morte de 15 pessoas e a contaminação de outras 750. Após meio século do acontecido, Radioisópolis tem retornado suas atividades e sustentado seu desenvolvimento financeiro. Até que é descoberta uma fonte riquíssima de Urânio em seu território e é sugerida a instalação de uma usina nuclear na região, com o intuito de gerar energia barata, sustentável e de qualidade. A notícia da implantação de uma usina nuclear causou preocupação em muitos habitantes, que temiam outro acidente radioativo, de forma que se gerou uma polêmica em torno da utilização da nova energia. A fim de ser tomada uma decisão a respeito da instalação da Usina Nuclear em Radioisópolis, convidamos você que faz parte dos representantes municipais dos setores abaixo mencionados para uma reunião de caráter extraordinário.

- Associação das vítimas afetadas pelo acidente radioativo;
- Representantes comunitários da população não afetada pelo acidente;
- Governantes municipais;
- Empresários sócios da nova Usina;
- Ambientalistas.

Quadro 1: Situação fictícia elaborada para a realização do *roleplay*.

<sup>1</sup> A SAGA DO PRÊMIO NOBEL – O CLÃ CURIE. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA&t=17s>>. Acesso em: abr. 2016.

<sup>2</sup> LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSIO 137. Disponível em

<<https://www.youtube.com/watch?v=MfshO3PvIYs&t=2s>>. Acesso em: abr. 2016.

<sup>3</sup> TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8&t=17s>>. Acesso em: abr. 2016.

Os alunos se posicionaram inicialmente quanto à implantação da Usina e, por meio da discussão no roleplay, estabeleceram um consenso, com a tomada de decisão para o caso. Após o parecer final, os estudantes tiveram seus papéis invertidos, de modo que pudessem novamente apresentar uma solução para o problema, assumindo uma posição ideológica diferente: de governantes a representantes comunitários; de associação de vítimas a governantes municipais; de ambientalistas a empresários; de representantes comunitários a ambientalistas; de empresários a representantes da associação de vítimas,

Antes da apresentação da proposta de atribuição de papéis, os estudantes participaram de momentos de orientação e pesquisa. Neste momento, os grupos receberam um roteiro de pesquisa (Quadro 2) para direcioná-los quanto à atividade.

1. Descreva a equipe representada por vocês.
2. Qual o papel desempenhado por sua equipe (características do personagem)?
3. Qual é o posicionamento inicial e as expectativas da equipe?
4. Faça um julgamento da natureza e gravidade da questão discutida.
5. Que medidas podem ser tomadas para o tratamento e resolução da questão?
6. Você acredita que as medidas tomadas são suficientes para resolver o problema? Que outras medidas consideram importantes e que poderiam ser tomadas? Justifique.
7. Apresente as possíveis desvantagens da(s) solução(ões) escolhida(s), ou seja, os possíveis argumentos que podem ser apresentados contra seu ponto de vista.
8. Como confrontar os argumentos contrários apontados na questão anterior?
9. Estabeleça um plano de ação com a medida que acharam mais adequada para a resolução do problema.

Quadro 2: Roteiro de direcionamento à pesquisa para a participação no *roleplay*.

Neste trabalho, apresentamos o recorte da análise dos dados referente aos passos para a tomada de decisão, a partir do roteiro de pesquisa para a participação no roleplay, no qual discutiremos as respostas referentes às questões 5, 7, 8 e 9, à luz da Análise de Discurso francesa, na perspectiva de Eni Orlandi (2002).

## Resultados e discussão

Por meio das respostas apresentadas no roteiro de pesquisa, inicialmente destacamos que foram sustentadas pelas posições que os alunos ocupavam, como se observa no fragmento a seguir, no qual a equipe da associação de vítimas se posiciona a respeito da pergunta 5:

A conscientização da população sobre o assunto, esclarecimento sobre o que é radiação e o que ela pode causar na população humana, relembrar o acidente de 50 anos atrás.

Verifica-se que a equipe apoiou seus argumentos apenas nos problemas causados pela radiação. Isso pode ser justificado pelo que Orlandi (2002) chama de relação de forças, no qual o lugar do qual o sujeito fala é determinante do que ele diz. De modo semelhante, destacamos a resposta da equipe de empresários para a pergunta 9:

1º Conscientização da população, através de palestras em escolas e na praça municipal; 2º Crescimento da economia e ampliação do ICMS, com os impostos sobre as indústrias.

Nota-se que a equipe apresentou sua estratégia visando aspectos econômicos, entretanto, também é possível verificar uma preocupação quanto à população. A partir da noção do dito em oposição ao não dito, entendemos que a equipe evidencia a necessidade que há das

pessoas em compreenderem aspectos benéficos da energia nuclear.

Quando questionados acerca de como deveriam confrontar argumentos contrários, na questão 8, todas as equipes apresentaram respostas que evidenciavam preocupação condizente com contaminações ou acidentes radioativos, como se observa nos seguintes fragmentos:

Mostrando os acidentes que ocorreram por falta de conhecimento (Representantes comunitários).

As ideias que a população apresenta sobre radioatividade remetem ao acidente ocorrido anos atrás serão argumentos fortes que devem ser trabalhados, apresentando informações corretas (Governantes municipais).

Parceria entre a polícia, corpo de bombeiro e vigilância sanitária para uma melhor execução do socorro (Empresários).

Energia não tão limpa, pois há liberação dos gases do efeito estufa na extração, transporte no enriquecimento de Urânio 338 para o 235, além de liberarem gases tóxicos a população, já que se trata do produto de fissão (Ambientalistas).

Há outras formas de produzir energia sem ser a nuclear, como o clima é tropical e a cidade localiza-se em praias, o mais ideal seria a instalação de turbinas de produção de energia limpa, não há poluição e nem risco de contaminação (Associação de vítimas).

Entendemos que tais colocações eram esperadas, uma vez que, pelo senso comum, é natural a insegurança quanto a acidentes nucleares. Ainda assim, é possível identificar nos trechos um deslocamento de sentidos para cada equipe, de modo que cada uma ponderou sobre circunstâncias relacionadas às suas posições ideológicas.

Conforme dito anteriormente, após a primeira realização do *roleplay*, os grupos assumiram personagens sociais diferentes, de modo que verificamos posturas diferenciadas ao assumirem novas posições no discurso. Ao elencarem soluções para o problema, evidenciamos deslocamentos de sentido devido à mudança de posição ideológica dos estudantes. Alguns exemplos são demonstrados na Tabela 1.

Momento 1	Momento 2
Empresários Parceria com a polícia e bombeiros, para conter e auxiliar a população e por meio de órgão como a vigilância sanitária, para conter o acidente de forma técnica.	Associação de vítimas A não implantação da usina é uma atitude lógica, tanto por parte da população como por parte do empreendedores da iniciativa, pois, é de conhecimento de todos que até hoje as vítimas do acidente ocorrido á 50 anos atrás nunca tiveram a assistência necessária e a culpa afirmada.

Tabela 1: Deslocamentos de sentidos evidenciados para a questão 5 do roteiro de pesquisa durante a inversão de papéis no *roleplay*.

No exemplo apresentado, o grupo de alunos que representou os empresários no primeiro momento traçaram estratégias que amparavam a população no caso de um possível acidente. Entretanto, ao se posicionarem como vítimas, enfatizaram a não implantação da usina e fizeram uso do mecanismo de antecipação ao dizer que as vítimas do acidente anterior não foram assistidas. Este fato pode ser justificado por meio do conceito de relação de forças, de modo que os sentidos nos discursos são alterados ao passo que os interlocutores mudam de posição (ORLANDI, 2002). Não obstante, observamos posicionamentos semelhantes, mesmo com a inversão de papéis, como nos fragmentos expostos no Quadro 4:

Momento 1	Momento 2
Associação de vítimas A conscientização da população sobre o assunto, esclarecimento sobre o que é radiação e o que ela pode causar na população humana, lembrar o acidente de 50 anos atrás.	Governantes Ouvir a proposta dos empresários sobre a implantação da usina e posteriormente anunciar para a população e esperar a opinião dos populares. Iremos resolver de acordo com o que for melhor para a cidade, levando em consideração a opinião popular.

Quadro 4: Deslocamentos de sentidos evidenciados para a questão 5 do roteiro de pesquisa durante a inversão de papéis no *roleplay*.

Como é possível verificar, a equipe que inicialmente retratou a associação de vítimas, argumentou sobre a importância de a população ter ciência do caso e, mesmo na posição de governantes, enfatizaram a importância da opinião pública nas decisões da cidade. Nestes casos, entendemos também que a noção de esquecimento nos ajuda a justificar os discursos, visto que ao esboçarem seus pontos de vista, os estudantes retomaram sentidos já existentes, mediante os papéis representados, além de que a influência ideológica em que se encontravam permitiu que eles pudessem escolher, de acordo com seus pontos de vista, a melhor maneira de se posicionar no discurso.

## Considerações finais

A partir da análise dos dados obtidos, foi possível identificar que os estudantes apresentaram estratégias a fim de buscarem o consenso para a tomada de decisão do problema proposto. Verificamos também que, ao assumirem papéis específicos durante a atividade, os estudantes se posicionaram defendendo aspectos que condiziam com eles e destacavam diferentes características da radioatividade concernentes a cada situação. Desse modo, os alunos fizeram uso da relação de forças ao assumirem personagens sociais e durante a inversão de papéis, quando fizeram uso do mecanismo de antecipação para se defender de um possível embate.

Diante disso, consideramos que os resultados deste trabalho foram significativos, uma vez que os estudantes apresentaram caminhos e estratégias para uma tomada de decisão e fizeram uso de aspectos científicos, tecnológicos e sociais da temática radioatividade na busca de soluções para o problema em questão, o que corrobora a eficácia da proposta. Além disso, traz contribuições para as pesquisas na área de educação em ciências, pois, apresenta um olhar relevante para os modos de abordar temáticas científicas com forte caráter social, como é o caso da radioatividade.

## Agradecimentos e apoios

À Capes, pelo auxílio financeiro.

## Referências

- AIKENHEAD, G. What is STS Science teaching. **STS education: International perspectives on reform**, 1994
- ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. Discursos de professores de Ciências sobre Leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 121-151, 2006.
- CHIARO, S.; AQUINO, K.A.S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica.

**Educação e Pesquisa**, v.43, n.2, p.411-426, 2017.

ORLANDI, E. P. **Análise do discurso**: princípios e procedimentos. Pontes, 2002.

PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso**: uma crítica à afirmação do óbvio. Campinas, Ed. UNICAMP, 1988

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Amazônia**, v. 10, n. 19, p. 46-61, 2013.

SILVA, F. C. V.; **Resolução de uma situação-problema sobre radioterapia para construção de conceitos de radioatividade no ensino superior de química**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil, 2013.