

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

LOURDILENE SILVA BRITO

USO DE METODOLOGIA CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) PARA A  
ABORDAGEM DO TEMA RADIOATIVIDADE NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA

TERESINA - PIAUÍ

2018

LOURDILENE SILVA BRITO

USO DE METODOLOGIA CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) PARA A  
ABORDAGEM DO TEMA RADIOATIVIDADE NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Nobre de Abreu Ferreira

Teresina

2018

FICHA CATALOGRÁFICA  
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do CCN

B859u Brito, Lourdilene Silva.

Uso de metodologia Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) para a abordagem do tema radioatividade no ensino superior de química / Lourdilene Silva Brito. – Teresina, 2018.

175f. il. color

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Química, 2018.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luciana Nobre de Abreu Ferreira.

1. Química Inorgânica. 2. Radiotividade 3. Química - Ensino Superior. I. Título

CDD 546.3

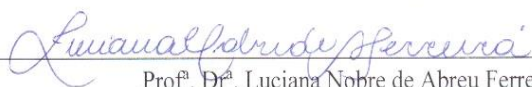
LOURDILENE SILVA BRITO

USO DE METODOLOGIA CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) PARA A  
ABORDAGEM DO TEMA RADIOATIVIDADE NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA

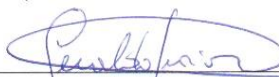
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada em : 26/03/2018

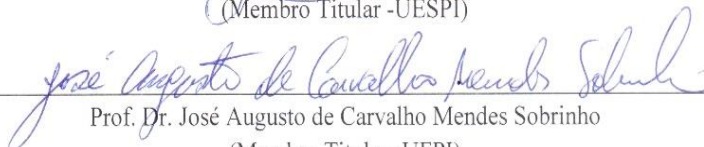
Membros da Banca:



Prof.ª Dr.ª Luciana Nobre de Abreu Ferreira  
(Presidente da banca - UFPI)



Prof. Dr. Geraldo Eduardo da Luz Júnior  
(Membro Titular -UESPI)



Prof. Dr. José Augusto de Carvalho Mendes Sobrinho  
(Membro Titular -UFPI)

Prof. Dr. José Milton Elias de Mattos  
(Membro Suplente -UFPI)

*Aos meus pais, companheiros e amigos de longa jornada, que sempre me dedicaram amor e sabiamente souberam me motivar nos caminhos da vida.*

*Ao meu amado esposo, pelo amor e dedicação que me servem de combustíveis para continuar.*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por sempre me fortalecer em momentos apreensivos e de dúvida, sendo a minha rocha de refúgio, onde eu sempre posso ir.

Aos meus pais, por nunca medirem esforços para o meu crescimento em todos os âmbitos, inclusive, profissional, e pelos momentos de motivação que me foram tão necessários.

Ao Danilo, pelo amor, compreensão, incentivo e paciência, especialmente nos últimos meses, por compartilhar sua história comigo e por cada sonho compartilhado.

À UFPI, pela estrutura oferecida ao Mestrado.

À CAPES, pelo financiamento de Bolsa de Estudos.

À professora Luciana Nobre, pela orientação que me proporcionou significativo conhecimento científico, pela paciência e principalmente pela confiança a mim concedida durante este trabalho.

Ao professor Jerino Queiroz, por ser um grande colaborador e incentivador, o qual dedico muita estima.

À professora Rosa Lina, por toda ajuda, apoio e incentivo, a qual dedico extrema admiração.

Aos professores Geraldo Eduardo da Luz Júnior, José Augusto de Carvalho Mendes Sobrinho e José Milton Elias de Matos por colaborarem com a realização deste trabalho contribuindo com suas considerações como banca avaliadora.

Aos alunos participantes da pesquisa, por terem participado e contribuído para sua a realização.

Aos meus amigos pastores, especialmente Marcelo e Josi e Fernanda e Júnior, por me incentivarem em momentos de desânimo e dúvida.

Aos meus demais amigos, pela paciência e compreensão em momentos de ausência para a realização do trabalho, os quais não citarei nomes por temer esquecer indevidamente alguém.

*“Atraí-os com cordas humanas, com laços de amor, e fui para eles como os que tiram o jugo de sobre as suas queixadas, e lhes dei mantimento”.*

**(Oséias 11:4 – Bíblia Sagrada)**

## RESUMO

A Radioatividade encontra-se muito presente na sociedade, porém, ainda é pouco discutida na educação científica. Nesse sentido, uma forma de trabalhar a temática no ensino de química é por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) de ensino. Neste trabalho foi aplicada e investigada uma proposta de ensino da Radioatividade baseada nos pressupostos da abordagem CTS no ensino superior, com a finalidade de apresentar as relações CTS concernentes ao tema e proporcionar a aquisição de visões e posturas mais adequadas frente ao papel da Radioatividade na sociedade, com vistas ao processo de tomada de decisão. A proposta envolveu a exibição de vídeos, formulação de perguntas, discussões e atribuição de papéis. Os dados obtidos foram analisados segundo a Análise de Discurso de linha francesa, especialmente a Tipologia do Discurso, na perspectiva de Eni Orlandi (2002). A análise permitiu verificar relações entre diversos campos da Radioatividade e a participação ativa dos sujeitos da pesquisa nos processos de tomada de decisão, assim como deslocamentos do discurso autoritário para um discurso polêmico, que demonstra um posicionamento desejável em ambientes de ensino. Os resultados evidenciaram a eficiência da proposta em confrontar os aspectos científicos da Radioatividade com outros de natureza tecnológica e social.

**Palavras-chave:** CTS, Radioatividade, Ensino superior, Química.



## ABSTRACT

Radioactivity is very present in society, but it is still little discussed in scientific education. In this sense, one way of working thematic in the teaching of chemistry is through the science-technology-society approach (STS) of teaching. This work was applied and investigated a proposal of teaching of Radioactivity based on the assumptions of the CTS approach in higher education, with the purpose of presenting the CTS relations concerning the subject and to provide the acquisition of visions and postures more appropriate to the role of Radioactivity in society, with a view to the decision-making process.. The proposal involved the display of videos, formulation of questions, discussions and assignment of roles. The data obtained were analyzed according to the French Speech Analysis, especially the Discourse Typology, from Eni Orlandi's perspective (2002). The analysis allowed to verify relations between several fields of Radioactivity and the active participation of the research subjects in the decision making processes, as well as displacements of the authoritarian discourse to a polemical discourse, which demonstrates a desirable positioning in educational environments. The results evidenced the efficiency of the proposal in confronting the scientific aspects of Radioactivity with others of a technological and social nature.

**Keywords:** STS; Radioactivity; Higher education; Chemistry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Frequência das principais estratégias didáticas adotadas nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo a abordagem CTS no ensino de Química.....	25
<b>Figura 2</b> – Frequência dos objetivos traçados nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo a abordagem CTS no ensino de Química.....	29
<b>Figura 3</b> – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores a respeito das propostas de ensino pautadas na abordagem CTS no ensino de Química.....	31
<b>Figura 4</b> - Frequência das principais estratégias didáticas adotadas nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.....	36
<b>Figura 5</b> – Frequência dos objetivos traçados pelos pesquisadores acerca da temática Radioatividade no ensino de Química em pesquisa empíricas.....	37
<b>Figura 6</b> – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores em pesquisas empíricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.....	40
<b>Figura 7</b> – Frequência dos objetivos traçados pelos pesquisadores acerca da temática Radioatividade no ensino de Química em pesquisas teóricas.....	42
<b>Figura 8</b> – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores em pesquisas teóricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Revistas consultadas no Portal de Periódicos CAPES, nas quais foram localizados artigos sobre a abordagem CTS no ensino de Química.....	23
<b>Tabela 2</b> – Revistas consultadas no Portal de Periódicos CAPES, nas quais foram localizados artigos sobre Radioatividade no Ensino de Química.....	35
<b>Tabela 3</b> – Frequência de período acadêmico dos sujeitos de pesquisa por curso.....	58
<b>Tabela 4</b> - Frequência de categorias relativas às perguntas dos estudantes em cada vídeo.....	59
<b>Tabela 5</b> – Fragmento da transcrição das interações ocorridas durante a discussão referente ao vídeo “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”.....	72

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**CTS** – Ciência, tecnologia e sociedade

**CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CTSA** - Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente

**TS** - Temas sociocientíficos

**ENEM** - Exame Nacional do Ensino Médio

**ESO** - Ensino secundário obrigatório

**CAAE** - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

**UFPI** - Universidade Federal do Piauí

**IFPI** – Instituto Federal do Piauí

**UESPI** – Universidade Estadual do Piauí

**IPEN** - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

**CNEM** – Comissão Nacional de Energia Nuclear

**AD** - Análise de Discurso

**EPIs** – Equipamentos de proteção individual

**IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Abordagem CTS no ensino de química .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.1 Pesquisas empíricas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.2 Pesquisas teóricas .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Radioatividade no Ensino de Química .....</b>	<b>34</b>
<b>2.2.1 Pesquisas empíricas .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.2 Pesquisas teóricas .....</b>	<b>41</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>47</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Caracterização da pesquisa .....</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Campo e sujeitos da pesquisa .....</b>	<b>49</b>
<b>4.3 Procedimento de coleta de dados .....</b>	<b>50</b>
<b>4.4 Procedimentos de Análise dos Dados.....</b>	<b>53</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Questões elaboradas pelos estudantes .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 Discussão sobre os vídeos.....</b>	<b>71</b>
<b>5.3 Roleplay.....</b>	<b>84</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>115</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE H .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE J .....</b>	<b>137</b>

<b>APÊNDICE K</b> .....	<b>139</b>
<b>APÊNDICE L</b> .....	<b>140</b>
<b>APÊNDICE M</b> .....	<b>149</b>
<b>APÊNDICE N</b> .....	<b>161</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>171</b>
<b>ANEXO B</b> .....	<b>176</b>
<b>ANEXO C</b> .....	<b>177</b>
<b>ANEXO D</b> .....	<b>178</b>
<b>ANEXO E</b> .....	<b>179</b>
<b>ANEXO F</b> .....	<b>180</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual tem sido marcada por inúmeros avanços tecnológicos e vasta propagação e valorização do conhecimento científico (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). A expansão dessas duas vertentes tem impulsionado transformações que refletem em mudanças nos níveis econômico, político e social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), de forma que o progresso tecnológico e a supervalorização da ciência têm sido apontados como os principais agentes do desenvolvimento social (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Vistas dessa maneira, é comum que a ciência e a tecnologia sejam consideradas apenas como agentes sociais benéficos e promissores do desenvolvimento humano (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), porém, essa relação não significa apenas progressos ou resultados favoráveis, as diversas aplicações científicas e tecnológicas também podem gerar problemas, em nível social, como em nível ambiental para o ser humano (CHRISPINO *et al.* 2013; FIRME; AMARAL, 2008; MACHADO; PINHEIRO, 2010), uma vez que, aliado a inúmeros avanços, existem relações políticas, econômicas e militares envolvidas.

Dessa forma, constitui-se um risco confiar na ciência e na tecnologia de maneira isolada, de modo que, torna-se cada vez mais necessário que a população se posicione diante dos avanços decorrentes dessas duas questões. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) destacam que além de ter informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, é necessário que as pessoas tenham condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vivem. Os autores ainda acrescentam:

Precisamos constantemente considerar que somos atores sociais. Uns diretamente afetados pelas possíveis consequências da implantação de determinada tecnologia e que não podem evitar seu impacto; outros, os próprios consumidores de produtos tecnológicos, coletivo que pode protestar pela regulação e pelo uso das tecnologias; outros mais, público interessado, pessoas conscientes que veem nas tecnologias um ataque a seus princípios ideológicos, como os ecologistas e várias ONGs; e, também, estudiosos de vários segmentos com condições de avaliar os riscos da área de conhecimento que dominam. Em suma, podemos ser capazes de avaliar e tomar decisões (p.72).

Diante de tal cenário, é necessário que haja uma postura crítica e reflexiva da sociedade em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico e, para isto, é necessária uma formação científica que possibilite a compreensão de tais avanços e problemas, um ensino que proporcione a relação do contexto social do aluno com estratégias em sala de aula que promovam sua participação na construção do seu conhecimento (CARMELLO *et al.*

2010; MARCONDES *et al.* 2009; AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009). Faz-se necessário, logo, um ensino mais comprometido e problematizador da realidade (SCHNETZLER; SANTOS 2003; FILHO *et al.* 2013), permitindo a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, de forma que tais variáveis sejam apresentadas em suas diversas faces e aplicações, não apenas expondo os encantos da ciência, mas apresentando representações adequadas que permitam ao cidadão se posicionar diante do que está sendo mostrado (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2012).

Nesse sentido, a escola deve aprimorar nos estudantes o pensamento crítico, de forma que os conceitos científicos sejam relacionados com outros de cunho social, político, econômico e ambiental, assimilando o aprendizado científico com os problemas do ambiente em que estão inseridos (MARCONDES *et al.* 2009). Em sala de aula, desenvolver situações controversas proporciona aos estudantes um caminho significativo para o processo de produção do conhecimento científico e a preparação para um tempo de surgimento de incertezas, de forma que possam participar ativamente de contextos sociais e julgá-los de maneira responsável (BARBOSA; LIMA; MACHADO, 2012; FIRME; AMARAL, 2011; SCHNETZLER; SANTOS, 2003).

Dessa maneira, é necessário que o ensino de ciências propicie a composição de tal pensamento crítico, de modo que seja comprometido com a elaboração de conceitos, aptidões, novas posturas e opiniões, de sorte que haja a formação de indivíduos instruídos a fim de se posicionarem criticamente frente à realidade que os cercam (RIBEIRO; GENOVESE, 2015; FIRME; AMARAL, 2011).

No ensino de Química, por ser uma ciência importante para a compreensão do funcionamento do mundo e exercer grande influência sobre o dia a dia das pessoas, os conteúdos podem ser desenvolvidos relacionando-os com as decorrências sociais, ambientais, políticas, entre outras, do desenvolvimento científico, de modo que o aluno consiga se posicionar de forma crítica frente a tais problemas (SCHNETZLER; SANTOS, 2003; BUFFOLO; RODRIGUES, 2015).

A promoção de atividades que relacionem essas questões proporciona um bom vínculo entre o conhecimento químico e os problemas relevantes para a sociedade. Isso pode ser obtido por meio da inclusão das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) nos currículos de química, de modo que os assuntos expostos em sala de aula não se limitem apenas a teorias, mas, estejam relacionados com temas sociais (SCHNETZLER; SANTOS, 2003). Pesquisas destacam que tal enfoque reconhece o elo dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, tendo como principal objetivo preparar cidadãos



capacitados para julgar e avaliar as possibilidades, limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico (FIRME; AMARAL, 2011; SCHNETZLER; SANTOS, 2003; SILVA; MARCONDES, 2015).

O movimento CTS surgiu no século XX, quando se manifestaram as primeiras críticas ao desenvolvimento científico-tecnológico relacionado ao bem-estar social. Durante a Segunda Guerra Mundial, em virtude dos grandes acontecimentos, o progresso científico e tecnológico tornou-se controverso, estando em questão o bem estar social e as catástrofes advindas do desenvolvimento da ciência. Tais questões resultaram em expressões que propiciaram um olhar mais crítico a respeito do desenvolvimento científico e tecnológico, ainda que não tão significativos na época (ARAÚJO; SILVA, 2012; MENDES; SANTOS, 2013).

O movimento CTS se revela, em meados de 1960, especialmente em países capitalistas da América do Norte e Europa, impulsionado pela insatisfação advinda dos paradigmas tradicionais da ciência e da tecnologia e da preocupação com os problemas políticos e econômicos decorrentes do desenvolvimento dessas duas vertentes e a promoção do bem-estar social (CARMELLO *et al.* 2010; SILVEIRA; BAZZO, 2009; MACHADO; PINHEIRO, 2010; KIST; FERRAZ, 2010). Tal insatisfação consistia em questionamentos advindos do desenvolvimento científico e tecnológico aliados à ideia de neutralidade científica e cientificismo.

Nesse contexto, a relação entre ciência e tecnologia com o desenvolvimento social começou a ser discutida sob diferentes perspectivas, destacando-se uma tomada de consciência ambiental, ética e de bem estar social aliados aos avanços científicos e tecnológicos (MENDES; SANTOS, 2013), ou seja, um posicionamento crítico frente aos problemas nos quais os conhecimentos científicos e tecnológicos estejam presentes.

Em vários países capitalistas, a relação entre ciência, tecnologia e sociedade adentrou no meio universitário por meio de análises envolvendo essas vertentes na formação de profissionais orientados para as atividades de pesquisa e desenvolvimento de cunho social, logo se expandindo para o ensino de ciências nos níveis fundamental e médio para atividades de educação não formal (KIST; FERRAZ, 2010).

No Brasil, o aparecimento de cursos com a denominação CTS ainda é muito recente, vindo a ocorrer na década de 1990, com pesquisas publicadas nas quais prevaleciam investigações da área de ensino de ciência e tecnologia. (MUNDIM; SANTOS, 2012; CHRISPINO *et al.* 2013).

Desde o início do movimento, vários campos de investigação têm se desenvolvido, como a pesquisa, as políticas públicas e a educação (VON LINSINGEN, 2007). Na pesquisa, buscava-se uma nova perspectiva científica, não essencialista e com relações sociais e tecnológicas; na política, defendia-se a maior participação da sociedade nas decisões e, conseqüentemente, do processo democrático; na educação, promoveria a introdução de programas e disciplinas com enfoque CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia (KIST; FERRAZ 2010), bem como destaca-se a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

No contexto educativo, o enfoque CTS pressupõe um novo procedimento didático-pedagógico em concordância com a formação cidadã, de forma que o ensino contribua para um pensamento mais relevante que o ato de reproduzir, ou seja, proporcione a formação de cidadãos envolvidos com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação (SCHNETZLER; SANTOS, 2003; KIST; FERRAZ, 2010).

Nesse sentido, pesquisas destacam a alfabetização científica como principal objetivo da abordagem de ensino CTS, apontando para a formação de indivíduos aptos a participarem dos processos de tomada de decisão que envolvam aspectos científicos e tecnológicos na sociedade (LIMA JUNIOR *et al.* 2014; WATANABE; CARAMELLO; STRIEDER, 2010; ROEHRIG; CAMARGO, 2014; RIBEIRO; GENOVESE, 2015; CASIANI; LINSINGEN, 2009; BARBOSA; BAZZO, 2013; BUFFOLO; RODRIGUES, 2015; BETTENCOURT; ALBERGARIA-ALMEIDA; VELHO, 2014). Aliados a esse objetivo principal, a literatura também apresenta outras finalidades da abordagem CTS no contexto educacional, como estimular que o aluno questione as formas herdadas de estudar e atuar, bem como saber distinguir sobre conhecimento teórico e prático e combater a fragmentação do conhecimento (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Ainda se enfatiza que seja rompida a imagem da ciência como atividade pura, a visão da tecnologia como conhecimento aplicado e neutro (LIMA JUNIOR *et al.* 2014; BETTENCOURT; ALBERGARIA-ALMEIDA; VELHO, 2014) e suscitar o interesse dos alunos por ciência, tecnologia e suas interações em sociedade, sobretudo para aqueles estudantes desencorajados pelo currículo tradicional (GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; MUNDIM; SANTOS 2012).

Deste modo, a relação CTS também vai ao encontro da modificação dos currículos tradicionais de ensino, de modo que o novo currículo esteja voltado para o desenvolvimento de conhecimentos, aptidões e atitudes úteis para a vida dos alunos. O novo currículo deve

estimular a responsabilidade social para os processos de tomada de decisão sobre assuntos que envolvem ciência e tecnologia (GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011), de forma que os conteúdos não sejam trabalhados isoladamente, mas forneçam subsídios para que o aluno compreenda e se posicione frente a temas sociais relevantes (SCHNETZLER; SANTOS 2003; LIMA JUNIOR *et al.* 2014).

Barbosa e Bazzo (2013) afirmam que a utilização de currículos com essa abordagem é propícia para o contexto atual em que se vive, uma vez que é notório o domínio de certo cientificismo, a influência dos especialistas científicos e também o deslumbre humano pelas máquinas. Nessa perspectiva, o currículo com enfoque CTS deve ser orientado no aluno, diferentemente do currículo tradicional, que é orientado no cientista, dessa forma, o conteúdo é integrado ao cotidiano do aluno, de forma que ele possa associar a compreensão pessoal de seu ambiente social, tecnológico e natural, e encontre significado na ciência em suas experiências diárias (ROEHRIG; CAMARGO, 2014).

Nesse sentido, a inclusão das relações CTS no currículo permite a promoção de atividades de ensino e estratégias didáticas que levem os alunos a aplicar os conhecimentos adquiridos em um processo de julgamento dos efeitos sociais decorrentes do uso ou produção de artefatos tecnológicos (MACHADO; PINHEIRO, 2010; BUFFOLO; RODRIGUES, 2015). A respeito das questões metodológicas, Schnetzler e Santos (2003) indicam o emprego de várias estratégias de ensino com abordagens científicas, tecnológicas e sociais, tais como: palestras com especialistas, visitação a fábricas, resolução de problemas abertos, sessões de questionamentos, debates e experimentos em laboratório.

A inserção da abordagem CTS para o ensino de Ciências deve envolver tanto conteúdo científico quanto conteúdo CTS, organizados a partir de temas sociocientíficos, ou seja, precisa contemplar não apenas o conhecimento científico e tecnológico como também a formação cidadã (MUNDIM; SANTOS, 2012; BISPO FILHO *et al.* 2013). Isto permite que o aluno possa romper com a imagem neutra da ciência, melhore seu interesse e seu nível de criticidade, ajude na resolução de problemas de ordem pessoal e social e tenha maior consciência das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, (MARCONDES *et al.* 2009; BUFFOLO; RODRIGUES, 2015). Outrossim, para o ensino de química, o planejamento de ensino não se restringe apenas a seleção de conteúdos de química, mas à possibilidade de um ensino contextualizado, no qual o aluno possa fazer da química uma ferramenta para o entendimento das situações em que está envolvido, sejam estas de natureza social, política, econômica e ambiental (MARCONDES *et al.* 2009), assim, o ensino de química, em uma

perspectiva CTS, deve preparar os estudantes a tomarem decisões frente a situações controversas, atuando criticamente em sociedade.

Dessa maneira, entende-se que o tratamento dos conteúdos químicos deva estar vinculado com situações cotidianas, de sorte que o aluno possa construir uma visão de mundo mais articulada com as aplicações do conhecimento científico, tecnológico e suas relações (FIRME; AMARAL, 2011). Nesse contexto, destacamos o tema Radioatividade como conteúdo de forte impacto na sociedade, seja por suas inúmeras aplicações tecnológicas ou por notícias envolvendo acidentes. Por se tratar de uma questão bastante atual e polêmica, sua integração em sala de aula é fundamental, de forma que os estudantes possam agir responsabilmente com as informações adquiridas, podendo se posicionar criticamente nesse contexto (SCHMIEDECKE; PORTO, 2014).

Porém, mesmo diante do impacto tecnológico e social, a Radioatividade tem sido pouco abordada, tanto em sala de aula, quanto em pesquisas de ensino (SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013; SCHEFFLER; PINO, 2013), sendo ainda mais restrita no ensino superior (SILVA, 2013). Isso pode ser elucidado por algumas razões, tais quais, a falta de visibilidade dos professores por causa de uma fraca base de conhecimento, a temática ser considerada sem importância para os alunos ou, por muitas vezes, os autores e editores de livros didáticos apresentarem esse assunto nos últimos capítulos (TEKIN; NAKIBOGLU, 2006), muitas vezes de forma descontextualizada (MEDEIROS; LOBATO, 2010).

Em razão disso, é relevante que o ensino de Radioatividade seja apresentado pautando-se em suas relações científicas, tecnológicas e sociais. É importante que o estudante compreenda que sua descoberta foi marcada intensamente por questões sociais, uma vez que outras pesquisas de caráter semelhante estavam sendo desenvolvidas na época (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011), sem contar as intensas lutas políticas e sociais vividas por seus precursores.

Outro aspecto fundamental sobre a Radioatividade diz respeito ao seu caráter controverso (TENÓRIO *et al.*, 2015). As reações nucleares têm sido a causa de inúmeros progressos, como a geração de energia elétrica, uma vez que as reações nucleares têm sido reconhecidas como uma das formas mais eficazes para superar a escassez de energia; seu uso na indústria, como a esterilização de alimentos e materiais; na agricultura, com a eliminação de pragas e a conservação de produtos agrícolas; e o forte impacto na medicina, com os radiofármacos e a radioterapia, entre outros. Porém, junto com tais avanços, muitos riscos envolvendo acidentes, sejam de caráter industrial, como em Chernobyl; ambiental, como em

Fukushima; ou urbano, como em Goiânia; assim como as consequências do uso da bomba atômica, têm trazido rejeição pela Radioatividade (JHO; YOON; KIM, 2014).

Dessa maneira, entendemos que os motivos expostos anteriormente são pertinentes para um estudo que relacione o tratamento da Radioatividade com as relações CTS. Uma vez que os estudantes, como cidadãos que são, ao terem contato com os temas ou fenômenos nucleares, seja por meio da mídia, medicina ou outro, possam se posicionar frente a tais situações. Com isso, pretendemos neste trabalho fazer uso da abordagem CTS para o tratamento da temática Radioatividade no ensino de química, por meio da aplicação e investigação de uma proposta no ensino superior, com a finalidade de apresentar as relações concernentes ao tema e proporcionar a aquisição de visões e posturas mais adequadas frente ao papel da Radioatividade na sociedade, com vistas a verificar a eficácia da proposta para a tomada de decisão.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção analisamos por meio de revisão bibliográfica as principais características das pesquisas que relacionam a abordagem CTS e o tratamento do tema Radioatividade, ambos no ensino de química. Para tanto, procuramos trabalhos sobre as temáticas em artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais relacionados à área de Ensino nos últimos 10 anos, de acordo com a Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), dentro do quadriênio 2013-2016. Como critério de escolha, para os trabalhos relacionados à abordagem CTS no ensino de Química, selecionamos os artigos publicados pertencentes a periódicos avaliados com o conceito A1 e A2 para a área de ensino, pelo programa Qualis da CAPES. Quanto aos trabalhos envolvendo a temática Radioatividade no ensino de Química, analisamos ainda os periódicos de conceito B1, uma vez que o número de pesquisas desta natureza encontradas foi menor.

### 2.1 Abordagem CTS no ensino de química

Para o levantamento bibliográfico dessa temática, um total de 38 revistas foi pesquisado, sendo 22 nacionais e 16 internacionais. A lista das revistas pesquisadas e seu respectivo conceito Qualis encontram-se no Apêndice A desta dissertação. A Tabela 1 ilustra as revistas nas quais foram localizados artigos sobre a temática em questão.

**Tabela 1** – Revistas consultadas no Portal de Periódicos CAPES, para a área de ensino, nas quais foram localizados artigos sobre a abordagem CTS no ensino de Química.

REVISTA	QUALIS
Acta Scientiae (Ulbra)	A2
Alexandria	A2
Amazônia	A2
Areté	A2
Ciência e Educação	A1
Educação e Pesquisa	A1
Educación Química	A1
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Praxis	A2
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	A2
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2
Revista Eletrônica Ensino, Saúde e Ambiente	A2
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	A1

Para a identificação dos trabalhos, selecionamos aqueles que apresentavam expressões identificadoras em seus títulos e em seus resumos que remetiam à abordagem CTS, de

maneira que foi possível selecionar 32 trabalhos publicados nos periódicos pesquisados (APÊNDICE B). Como procedimento de análise, foi realizada uma primeira leitura dos textos selecionados, seguida da classificação dos trabalhos de acordo com os tipos de pesquisa, levando-se em conta os procedimentos utilizados para coleta de dados, dessa forma, categorizamos os trabalhos em dois grupos principais:

- Pesquisas empíricas (FIRME; AMARAL, 2008; FIRME; AMARAL, 2011; SILVA; MARCONDES, 2015; BARBOSA; LIMA; MACHADO, 2012; SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2012a; SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2012b; GONZÁLEZ; GRANADOS, 2014; GOMES; DIONYSIO; MESSEDER, 2015; REBELO; PEDROSA, 2007; GUERRA et al. 2008; ZOLLER, 2013; GARRITZ et al. 2013; GARRITZ, 2007; ZENTENO-MENDOZA; GARRITZ, 2009; AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009; BUFFOLO; RODRIGUES, 2015; MENDES; SANTOS, 2013; MARCONDES et al. 2009; MACHADO et al. 2015; OLIVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2016; OLIVEIRA; RECENA, 2014; MÜNCHEN; DE TOLENTINO NETO; ADAIME, 2017; FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2014; LORENCINI JÚNIOR et al. 2016; LATINI et al 2013; ANDRADE et al. 2014; MARTINS; SANTOS; CRUZ, 2015; TOMMASIELLO, 2012; VASCONCELOS et al. 2012; ROSA; LEITE; CLAVATTA, 2008).

- Pesquisas teóricas (SANTOS, 2011; SOUZA, 2012;).

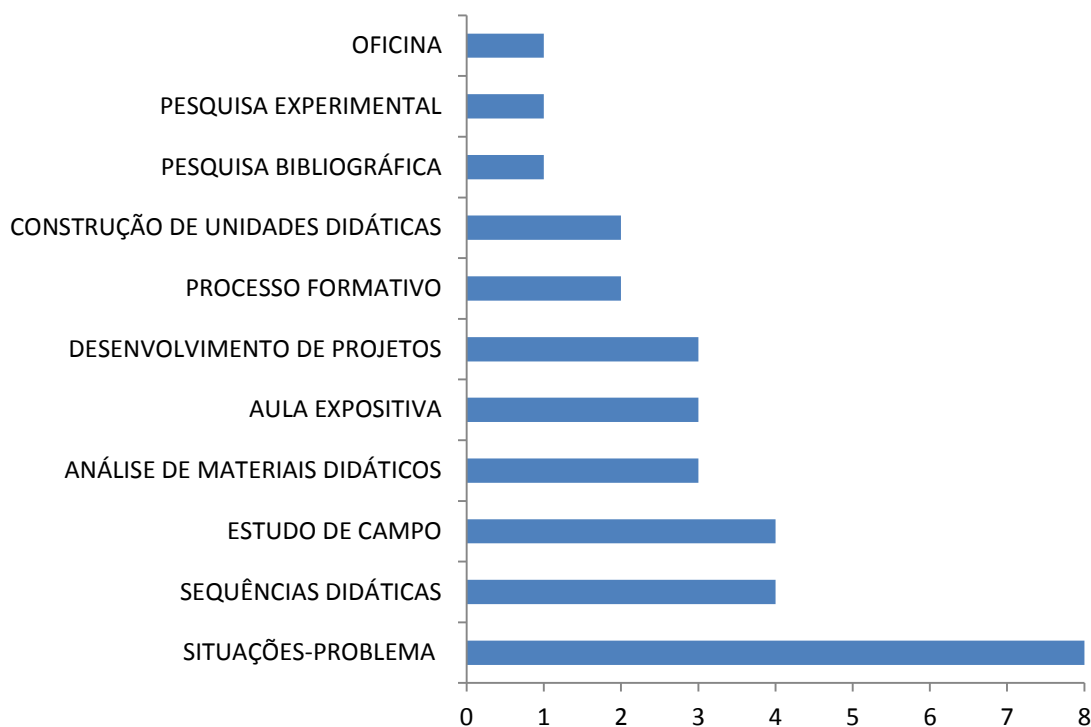
### 2.1.1 Pesquisas empíricas

Foram encontrados 30 trabalhos dessa natureza, os quais, após analisados, foram organizados em três categorias que nos permitiram apresentar uma visão geral das pesquisas relacionadas à abordagem CTS no ensino de Química: estratégias didáticas adotadas, objetivos pretendidos/alcançados e principais considerações dos pesquisadores.

Ao observarmos os trabalhos, verificamos uma variedade de estratégias didáticas utilizadas para o tratamento dos problemas expostos nas pesquisas, havendo um destaque para a utilização de situações problema. A Figura 1, a seguir, lista todas as estratégias didáticas identificadas nos artigos consultados e a frequência com que foram utilizadas. Vale destacar que houve momentos em que mais de uma estratégia foi observada em um mesmo trabalho.

**Figura 1** – Frequência das principais estratégias didáticas adotadas nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo a abordagem CTS no ensino de Química.





Verificamos que a utilização de situações-problema consistiu na estratégia mais utilizada nas pesquisas desta categoria. Com efeito, a abordagem CTS permite a promoção de atividades que possibilitem o posicionamento do aluno frente a problemas, de modo que eles participem do processo educacional em direção à construção de sua cidadania (SCHNETZLER; SANTOS, 2003). O trabalho de Barbosa, Lima e Machado (2012) evidencia essa característica ao apresentar a análise do processo de interações discursivas frente a um problema sociocientífico do aquecimento global, focalizando suas tomadas de consciência acerca da existência de controvérsias em relação às causas do mesmo, bem como seus posicionamentos teóricos e atitudinais. Os autores declararam que abordar um problema sociocientífico controverso em sala de aula oferece uma possibilidade aos sujeitos de resgatarem seus lugares de responsabilidade em se tratando de questões que tangem à ciência e à tecnologia.

Destaca-se também o trabalho de Tommasiello (2012), que analisou respostas de alunos de um curso de licenciatura a respeito do que sabem em relação ao efeito estufa e suas ideias sobre as possíveis soluções para o problema. Também é digno de nota o trabalho de Martins, Santos e Cruz (2015), em que utilizaram conceitos e métodos de preparação da Homeopatia como facilitador do processo de ensino e aprendizagem do estudo de diluição das soluções em uma turma do 2º ano do Ensino Médio.

Outra estratégia frequentemente utilizada nas pesquisas envolveu o uso de sequências didáticas. Zabala (1998) descreve essa estratégia como um conjunto de atividades organizadas para a realização de determinado objetivo educacional, tendo um princípio e um fim conhecidos por professores e alunos. Garritz *et al.* (2013) descrevem em sua pesquisa uma sequência de ensino/aprendizagem projetada para melhorar a compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, a fim de ajudar alunos de um curso de Química Geral a aprender ideias adequadas em torno das competências científicas de “definição” e “modelagem”. Na pesquisa de Buffolo e Rodrigues (2015) discutiu-se a contribuição de uma sequência didática com a temática “agrotóxicos”, na articulação de conhecimentos químicos e questões socioambientais com alunos do ensino médio.

Com frequência análoga, pesquisas do tipo estudo de campo se destacaram nos artigos investigados. Esse tipo de pesquisa é fundamentalmente realizada por meio de observações de atividades ou entrevistas com sujeitos. Podemos destacar o trabalho de Rosa, Leite e Clavatta (2008), que analisaram, à luz do movimento CTS, a história da mostra de projetos temáticos realizados por alunos do ensino profissional, por meio da Semana Anual de Extensão, denominada Semana da Química. A coleta de dados foi realizada a partir da análise de documentos oficiais da instituição, entrevistas abertas e questionários aplicados aos alunos e docentes, também foi utilizada a fotografia como fonte histórica.

Outro trabalho dessa natureza foi o de München, De Tolentino Neto e Adaime (2017), que investigaram a compreensão de licenciandos em Química acerca das interações entre ciência, tecnologia e sociedade. A metodologia consistia em questionários, com os quais buscaram estudar o seu conhecimento acerca da pesquisa CTS no ensino e suas percepções sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas interrelações.

Verificamos também uma significativa ocorrência de pesquisas envolvendo a análise de materiais didáticos. Amaral, Xavier e Maciel (2009) investigaram como a relação entre ciência, tecnologia e sociedade encontrava-se presente em livros didáticos de Química recomendados pelo Ministério da Educação através do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. González e Granados (2014) investigaram as diferentes formas de apresentar o cotidiano das exposições que aparecem nas publicações de uso escolar, no ensino médio. O estudo consistiu na análise de livros didáticos, seguidos de outros documentos como, livros de ciência recreativa ou de divulgação e páginas da *web*.

De modo similar, pesquisas envolvendo aula expositiva e desenvolvimento de projetos também apresentaram frequência considerável dentre os artigos analisados. Firme e Amaral (2011) buscaram identificar os aspectos da prática docente que poderiam se constituir como

obstáculos vivenciados pelos professores de química analisados, a partir da implementação de uma proposta inovadora de ensino. De modo semelhante, Vasconcelos *et al.* (2012) buscaram investigar as concepções CTS de alguns professores de química e propor atividades com abordagem CTS para as quais desenvolveram sequências didáticas.

Dois dos artigos estudados utilizaram um processo formativo a fim de atingir os objetivos propostos na pesquisa. Rebelo e Pedrosa (2007) desenvolveram, implementaram e avaliaram um programa de formação continuada de professores de Química, realizado durante seis meses, com oito professores. Baseou-se em recomendações de pesquisa na formação de professores de Ciências/Química e contemplou aspectos inovadores da educação científica. Os resultados deste estudo destacaram a importância da educação continuada para os professores como meio para realizar reformas educacionais, o que requer inovações profundas no ensino de ciências/química.

O trabalho de Guerra *et al.* (2008) trata de uma pesquisa bibliográfica em que são discutidos os fundamentos teóricos para a elaboração de um projeto referente ao uso de modelos e a estruturação de uma unidade didática com três sequências de aprendizagem, a fim de introduzir a dimensão ciência-tecnologia-sociedade no ensino de ácidos e bases no ensino médio. A unidade didática planejada compreende uma introdução, com a finalidade de motivar os alunos sobre a existência no ambiente cotidiano de ácidos e bases; as três sequências com abordagem CTS compreendem a introdução da modelagem como um instrumento básico para construir conhecimento científico.

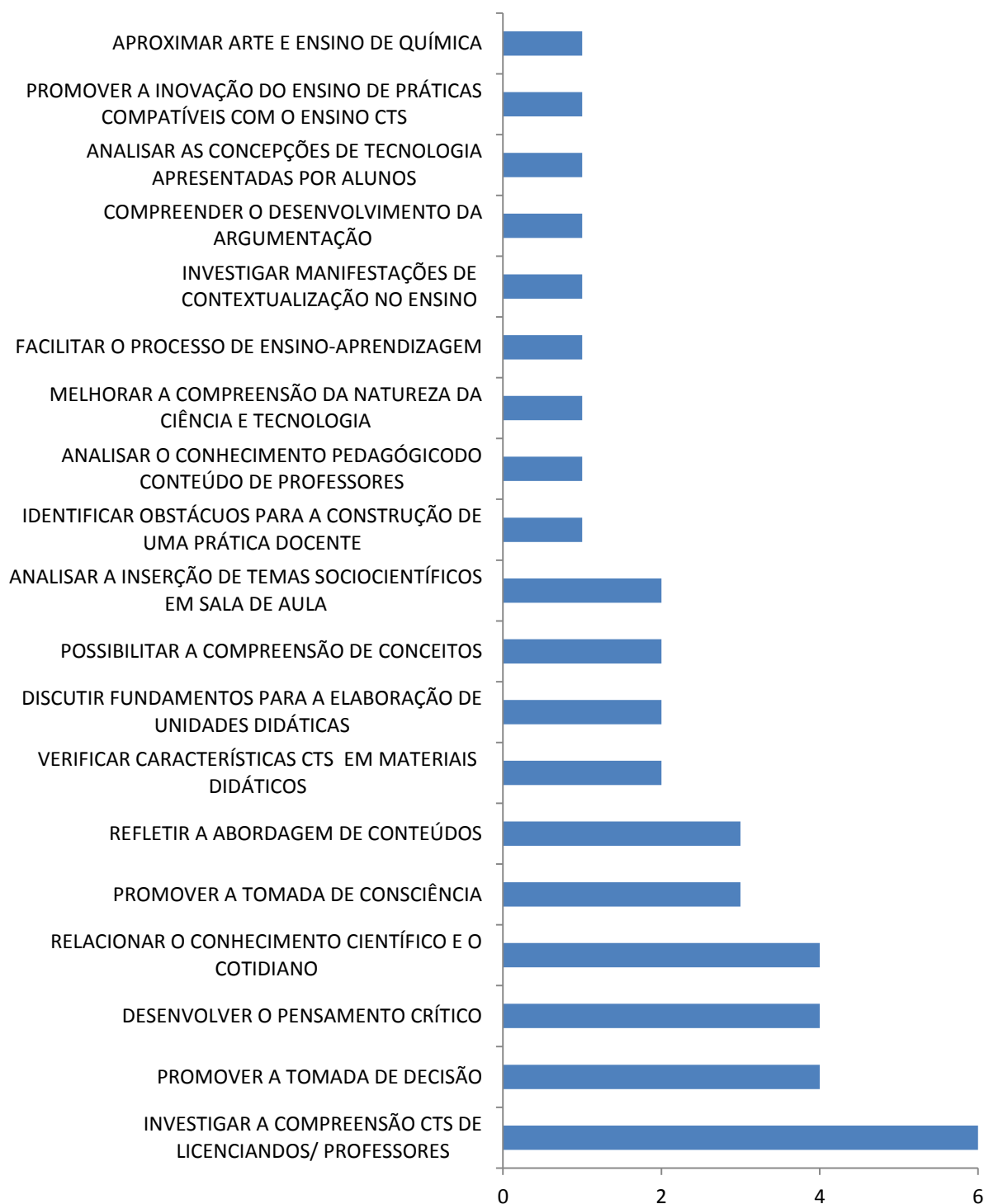
Zoller (2013) desenvolveu uma pesquisa experimental com alunos do ensino médio, em que estes foram divididos em três grupos de pesquisa. O grupo experimental consistiu de estudantes de ciências que foram expostos ao ensino com promoção de habilidades cognitivas de alta ordem. Dois outros grupos foram tradicionalmente ensinados, constituindo assim o controle.

Figueiredo e Rodrigues (2014), por meio de uma oficina intitulada “motores de combustão interna”, investigaram se um curso de Licenciatura em Química fornecia embasamento teórico orientado pela perspectiva CTSA. Participaram da pesquisa onze licenciandos do quarto período do curso, que responderam a questionários contendo questões abertas durante o desenvolvimento da referida oficina.

Quanto aos objetivos traçados pelos autores nos trabalhos investigados, observamos que as pesquisas buscavam finalidades bastante variadas, havendo um destaque para a compreensão de aspectos CTS por licenciandos e professores de Química, o que demonstra uma preocupação dos pesquisadores com a formação docente. Verificou-se também que

aspectos como promoção da tomada de decisão, desenvolvimento do pensamento crítico e relações entre conhecimento científico e cotidiano também foram bastante frequentes. Tais objetivos são comumente pretendidos em atividades de cunho CTS, que buscam relacionar os sujeitos com situações da vida real. A Figura 2 a seguir apresenta os objetivos propostos nos trabalhos de natureza empírica consultados e sua frequência. Ressaltamos que o grande número de objetivos apresentados é devido ao fato de que em alguns artigos, os autores almejavam mais de um propósito.

**Figura 2** – Frequência dos objetivos traçados nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo a abordagem CTS no ensino de Química.



Quanto aos trabalhos em que a finalidade era a compreensão de licenciandos e professores acerca de aspectos CTS, podemos destacar a pesquisa de Vasconcelos et al. (2012), em que buscaram investigar as concepções CTS de alguns professores de Química e propor atividades com abordagem CTS, para as quais desenvolveram sequências didáticas com essa abordagem. Silva e Marcondes (2015) analisaram, com base na perspectiva CTS, unidades didáticas elaboradas por professores de Química do ensino médio. O instrumento de

análise das unidades consistia na verificação da presença de um tema ou de uma problematização, seguido de sua visão geral; o conhecimento específico da Química e, se a unidade didática retomava alguma discussão sobre o tema ou problema, se apresentava entendimentos sobre o problema ou se apresentava alguma situação provocativa para a solução do problema.

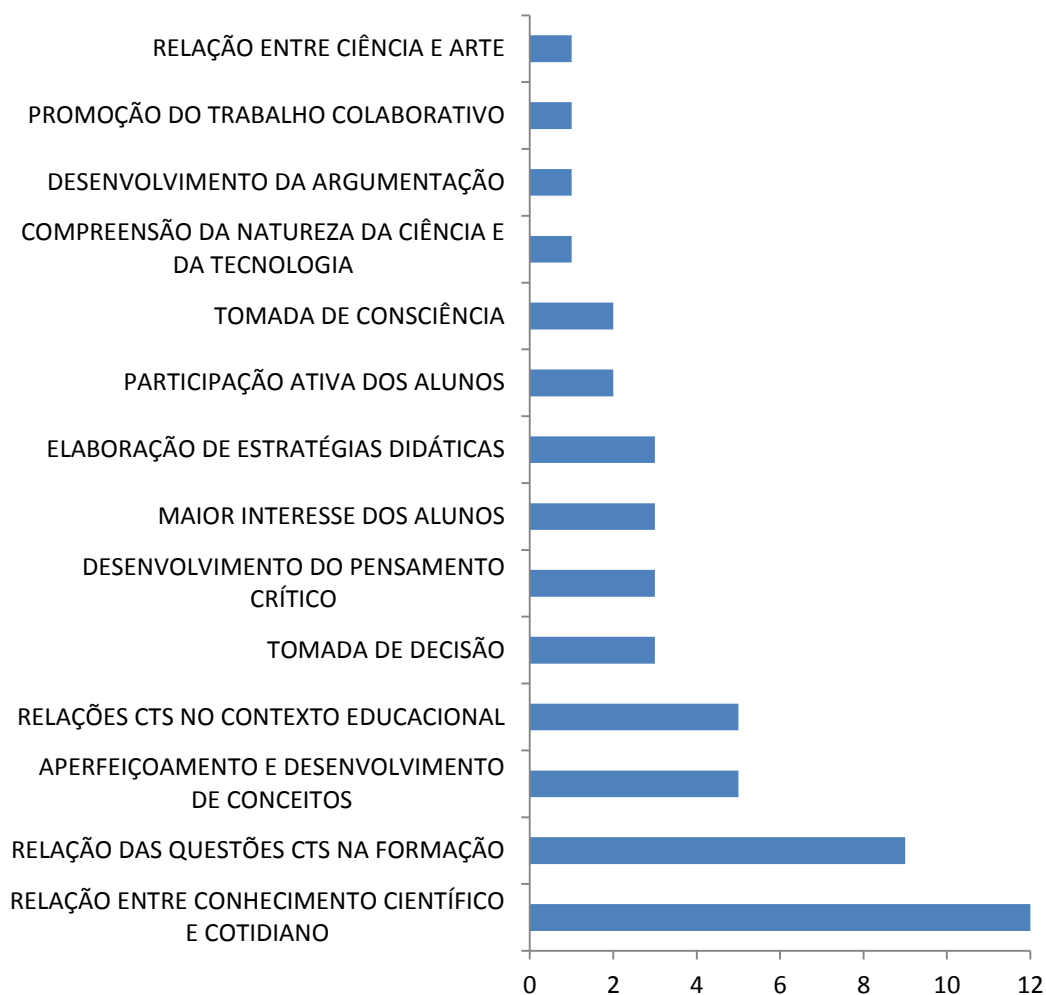
Ao verificar os trabalhos nos quais os autores pretendiam promover a relação entre científico e cotidiano, o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão, destacamos as pesquisas de Santos, Amaral e Maciel (2012a; e 2012b), as quais tiveram como sujeitos estudantes de um curso técnico de Química integrado ao médio, adotando temas sociocientíficos (TS) com abordagem CTS nas aulas práticas de Química Orgânica aplicada. Na pesquisa (2012a) os autores consideraram os resultados para o TS “cachaça”, enquanto que em (2012b) trabalharam com os TS “sabão e detergente”. Nos dois trabalhos, os autores objetivaram acompanhar o desenvolvimento do controle de qualidade para os temas sociocientíficos abordados, bem como a promoção da discussão desses TS a fim de promover o envolvimento dos estudantes, de modo a lhes atribuir um significado real e o desenvolvimento de atitudes e valores frente à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade.

No grupo de trabalhos que propunham a reflexão sobre a abordagem de conteúdos, apontamos o trabalho de Latini *et al.* (2013), em que relatam a inserção da abordagem do conteúdo de polímeros no ensino-aprendizagem de Química, em uma turma do 3<sup>a</sup> ano do ensino médio, com base em categorias de ensino CTS.

Quanto aos trabalhos que buscavam possibilitar a compreensão de conceitos, ressaltamos o trabalho de Machado *et al.* (2015), em que elaboraram, implementaram e avaliaram uma sequência didática utilizando a abordagem CTSA a partir do tema ‘produção de sabão’. As atividades didáticas foram realizadas ao longo de três semanas com 20 estudantes de uma turma do 2<sup>o</sup> ano do Curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio, durante a disciplina de Química. A sequência didática consistiu na apresentação da proposta, seguida de um questionário de conhecimentos prévios, exposição de vídeo, aula expositiva e dialogada, atividade experimental e um novo questionário, a fim de avaliar a construção do conhecimento dos estudantes e a proposta didática.

A respeito das principais considerações dos autores concernentes às pesquisas empíricas analisadas, apresentamos a Figura 3, a seguir:

**Figura 3** – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores a respeito das propostas de ensino pautadas na abordagem CTS no ensino de Química.



É possível verificar que, nos trabalhos investigados, a maioria dos autores apresentou considerações envolvendo a relação entre conhecimento científico e cotidiano. Os autores destacaram que o desenvolvimento de atividades relacionadas à abordagem CTS de ensino promovem melhor associação dos conhecimentos adquiridos no ambiente científico com situações do dia-a-dia, também ressaltam a importância de que o ensino de química esteja de acordo com o cenário social.

No trabalho de Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016), os autores consideraram a importância da temática discutida no trabalho e destacaram que a busca por um ensino condizente com as transformações que ocorrem na sociedade atual implica em práticas educativas que contemplem os conhecimentos, as múltiplas influências, as reflexões e os valores associados a uma educação em (e com) tecnologia. De modo semelhante, na pesquisa de Martins, Santos e Cruz (2015) os autores ressaltaram o papel da escola em refletir a sociedade na qual o homem está inserido, uma vez que a mesma representa instituição social responsável pelo desenvolvimento.

Aliado a isso, pesquisadores também destacaram essa relação sobre processos formativos, como é possível observar no trabalho de Oliveira e Recena (2014). As autoras inferiram sobre a importância de instaurar correlações entre conhecimentos científicos e do cotidiano, destacando, com isso, a necessidade de mudanças do currículo do ensino de Química e mais incentivo na formação continuada de professores. Figueiredo e Rodrigues (2014) consideraram ainda haver um longo caminho a ser trilhado para a formação inicial do professor de Química no que diz respeito à inserção da perspectiva CTSA no curso de licenciatura e sugeriram que, para conseguir tais mudanças, seria necessário o investimento em pesquisas na formação inicial e continuada de professores, a fim de superar a falta de preparo na área de ciências da natureza e garantir o desenvolvimento de alternativas de ensino pautadas nessa perspectiva de ensino. Na pesquisa de Rebelo e Pedrosa (2007), por meio de um programa de formação continuada com professores de química, os autores ponderaram acerca da relevância de professores participarem de processos formativos e reflexivos a fim de estabelecerem pontes com a escola e suas práticas de ensino.

As pesquisas investigadas também demonstraram que os autores consideram a importância da abordagem CTS para o aperfeiçoamento e o desenvolvimento de conceitos, como no trabalho de Andrade *et al.* (2014), por exemplo. Os autores destacaram que, após a aplicação da estratégia didática, houve evolução nos estudantes, tanto em aspectos científicos, quanto em aspectos sociais. Garritz *et al.* (2013), ao trabalharem uma sequência didática em torno das competências científicas de “definição” e “modelagem”, evidenciaram que a estratégia demonstrou melhorias na concepção dos alunos em torno dos conceitos de “substância” e “reação química”.

Igualmente, observamos a ocorrência significativa de trabalhos em que os autores consideravam a importância de incluir relações CTS no contexto educacional. Nesse caso, podemos destacar as pesquisas de Santos, Amaral e Maciel (2012a; 2012b). Nos dois estudos, os autores concluíram destacando a importância da inserção de temas sociocientíficos nos currículos do ensino profissional técnico de Química de nível médio, como condição fundamental para o alcance do objetivo da formação da cidadania em cursos que visem à alfabetização científica na perspectiva humanística, reflexiva e crítica; e apontam o enfoque CTS como fonte fecunda para a análise do processo educacional das áreas técnicas, com potencialidades transformadoras.

Também identificamos trabalhos em que os autores consideraram a promoção do pensamento crítico e da tomada de decisão a partir das estratégias desenvolvidas a partir da abordagem CTS. A título de exemplo, temos a pesquisa de Zoller (2013) que, a partir de um



projeto experimental, pôde evidenciar melhorias significativas nas componentes de habilidades de pensamento crítico e inferiu que, se os ensinamentos que promovam habilidades cognitivas fossem praticados, haveria grandes chances de um desenvolvimento consequente da capacidade de pensamento crítico. Vasconcelos et al. (2012), ao investigar as concepções de professores de Química sobre aspectos envolvendo ciência, tecnologia e sociedade, puderam destacar, por meio de atividades com abordagem CTS, a importância de realizar ações com essa perspectiva, de modo que, além de conhecer as concepções de professores e fornecer-lhes teorias e estratégias para uma aprendizagem contextualizada na abordagem CTS, também contribui na formação de um cidadão crítico e participativo. De modo semelhante, Buffolo e Rodrigues (2015), por meio de uma sequência didática, puderam evidenciar que os sujeitos participantes da pesquisa demonstraram uma visão crítica da realidade com vistas à formação da cidadania.

Outrossim, são dignas de nota as considerações de autores quanto à importância da elaboração e planejamento de estratégias didáticas por professores, como no trabalho de Lorencini Júnior *et al.* (2016), em que foram discutidas as implicações de uma unidade didática desenvolvida por licenciandos. Os autores consideraram que a maioria dos futuros professores reconheceu a funcionalidade da abordagem CTS para o ensino de Química e para a formação docente, e consideraram que a elaboração de propostas didáticas durante a formação inicial contribui para possibilitar discussões a respeito das implicações de abordagens no ensino de Química.

### **2.1.2 Pesquisas teóricas**

Encontramos dois trabalhos sobre a abordagem CTS no ensino de química envolvendo pesquisas teóricas. Assim, organizamos a discussão dos trabalhos em objetivos pretendidos/alcançados e principais considerações dos pesquisadores, a fim de apresentar uma visão geral das pesquisas teóricas relacionadas à abordagem CTS no ensino de Química.

Quanto à metodologia utilizada, os dois trabalhos se basearam em pesquisas bibliográficas. Esse tipo de pesquisa é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web sites (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). No trabalho de Santos (2011) são discutidos os compromissos que profissionais de química e professores devem assumir na Celebração do Ano Internacional de Química (AIQ) em relação à cidadania, a partir do contexto global do desenvolvimento tecnológico da Química. O autor se apoia nas inúmeras

aplicações químicas e em seus respectivos riscos, nos mais diversos setores sociais. É destacado o emprego da Química nos alimentos, no desenvolvimento de combustíveis, na medicina, na indústria, entre outros e os problemas decorrentes de tal aplicação. Na pesquisa de Souza (2012), o autor apresenta, por meio da análise de publicações bibliográficas, as contribuições da abordagem CTS para o ensino de Ciências e para a formação de professores de Química e conclui que o professor deve refletir sobre sua prática pedagógica. Sua pesquisa buscou oferecer e, ao mesmo tempo, despertar nos professores formadores do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação do Maranhão a possibilidade de apropriação de uma abordagem de ensino diferenciada.

Quanto às considerações apresentadas, Santos (2011) expôs a importância de se trabalhar a educação científica para a cidadania por meio do enfoque CTS, enfatizando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, de valores éticos e a relevância da inclusão na agenda da AIQ de temas sociocientíficos com uma perspectiva de análise crítica das relações CTS, além de recomendar a inserção de discussões sociocientíficas em cursos de química e em ensino de química em escolas, com o objetivo de refletir sobre o papel da química na sociedade, com consciência crítica de seus benefícios, riscos e implicações sociais. Souza (2012) destacou que o professor deve refletir sobre sua prática pedagógica, a fim de construir criticamente um novo trabalho intelectual a serviço da transformação social, na busca de sua autonomia, entretanto, apontou que ainda existem desafios a serem superados por parte dos professores formadores nos cursos de licenciatura para que seja possível a construção de uma prática docente reflexiva e contextualizada.

A partir da leitura dos trabalhos publicados nos periódicos, é possível identificar, tanto nas pesquisas empíricas, quanto nas pesquisas teóricas, um número considerável de trabalhos voltados para o professor, o que demonstra a preocupação dos autores no que diz respeito ao trabalho docente. Também é possível observar que, de modo geral, os autores relacionaram a abordagem CTS com aplicações cotidianas e enfatizaram a tomada de decisão e o pensamento crítico, propósitos comuns da relação CTS. Por fim, consideramos que a leitura dos trabalhos foi útil para a compreensão da abordagem e de como ela pode ser trabalhada no ensino de Química.

## **2.2 Radioatividade no Ensino de Química**

Devido à menor quantidade de trabalhos sobre Radioatividade para o ensino de Química, a investigação se estendeu para os periódicos de conceito B1 de acordo com o

Qualis CAPES, de modo que a análise da temática em questão consistiu em um total de 46 revistas, sendo 28 nacionais e 18 internacionais. A lista das revistas pesquisadas e seu respectivo conceito Qualis encontram-se no Apêndice C. A Tabela 2 ilustra as revistas nas quais foram localizados artigos sobre a temática em questão.

**Tabela 2** – Revistas consultadas no Portal de Periódicos CAPES, para a área de ensino, nas quais foram localizados artigos sobre Radioatividade no Ensino de Química.

REVISTA	QUALIS
Amazônia	A2
Chemistry Education	A1
Ciência em Tela	B1
Educación Química	A1
Ensaio	A1
Enseñanza de las Ciencias	A1
Ensino, Saúde e Ambiente	A2
Experiências em Ensino de Ciências	B1
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Química Nova na Escola	B1
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	A1

Para a identificação dos trabalhos selecionamos aqueles que apresentavam expressões identificadoras em seus títulos e em seus resumos que remetiam à temática Radioatividade no ensino de Química, de maneira que foi possível selecionar 18 trabalhos publicados nos periódicos pesquisados (APÊNDICE D). Assim como no tópico da abordagem anterior, como procedimento de análise, foi realizada uma primeira leitura dos textos selecionados, seguida da classificação dos trabalhos de acordo com os tipos de pesquisa, de modo que os trabalhos puderam ser categorizados em dois grupos:

- Pesquisas empíricas (AYDIN et al. 2014; MARTÍNEZ-REINA; AMADO-GONZÁLEZ, 2013; PÁEZ, 2013; MEDEIROS; LOBATO, 2010; CAO; CASTIÑEIRAS, 2016; CLOUTÉ; GIL; RODRÍGUEZ, 2016; SANTOS; PÉREZ-ESTEBAN, 2012; VASCONCELOS; LEÃO, 2012; FERNANDES; CAMPOS, 2016; GOMES; JUNIOR; DELAROLE, 2015; ALVES et al. 2012; SCHEFFLER; DEL PINO, 2013; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013b; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2017).

- Pesquisas teóricas (CAO; CASTIÑEIRAS, 2015; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013a; ARAÚJO; MÓL, 2015; LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011; FREITAS-REIS; DEROSI, 2014).

### 2.2.1 Pesquisas empíricas

Dentre os trabalhos investigados, encontramos 14 trabalhos dessa natureza. Após analisarmos, propomos também apresentar as estratégias didáticas adotadas, os objetivos pretendidos/alcançados e as principais considerações dos pesquisadores. Dessa forma, expomos uma visão geral das pesquisas relacionadas à Radioatividade no ensino de Química.

Quanto às estratégias analisadas, de modo geral, identificamos o uso de metodologias bem diferenciadas nos trabalhos, podendo ser verificadas na Figura 4, a seguir. Ressaltamos mais uma vez que alguns trabalhos fizeram uso de mais de uma estratégia na pesquisa.

**Figura 4** – Frequência das principais estratégias didáticas adotadas nos trabalhos concernentes a pesquisas empíricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.



Quanto ao tipo de estratégia mais utilizada nos trabalhos empíricos investigados, verificamos um destaque para o uso de questionários nas metodologias. Como exemplo, podemos citar o trabalho de Alves *et al.* (2012). Os autores realizaram uma pesquisa com estudantes de Angra dos Reis (RJ) para saber como está a compreensão desses alunos acerca do tema Radioatividade. O trabalho foi realizado em quatro escolas, sendo três públicas e uma particular, do ensino médio, em turmas do 3º ano. A metodologia consistia na resolução de questionários e exibição de *slides* e vídeos sobre a temática.

Verificamos também uma quantidade considerável de pesquisas que consistiam na análise de materiais didáticos, como no trabalho de Medeiros e Lobato (2010), em que os autores investigaram o conteúdo de radiação em livros didáticos de Química e Física. Para analisar o tratamento dado ao tema nos livros didáticos, os autores selecionaram três livros participantes do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM).

Outra estratégia que se destacou na análise dos trabalhos foi a pesquisa documental, identificada, por exemplo, no trabalho de Martínez-Reina e Amado-González (2013). Os autores descreveram, de forma didática, os aspectos biográficos de Marie Curie através de 46 selos postais emitidos por diferentes países de 1938 a 2011. Os autores iniciaram a descrição a partir do nascimento da cientista e sua vivência em Varsóvia, seguida de seu ingresso na Universidade de Sorbonne. A análise dos selos também permitiu a descrição das descobertas científicas ocorridas no período, que resultaram na descoberta da Radioatividade e, por conseguinte, na conquista do Prêmio Nobel em Física junto com seu marido, Pierre Curie. Martínez-Reina e Amado-González dispõem de tópicos para evidenciar outros aspectos importantes da vida de Marie Curie, como a morte de Pierre e a conquista de mais um Prêmio Nobel, desta vez em Química. Os autores também apresentaram os impactos resultantes de seu trabalho na Medicina e na Sociedade.

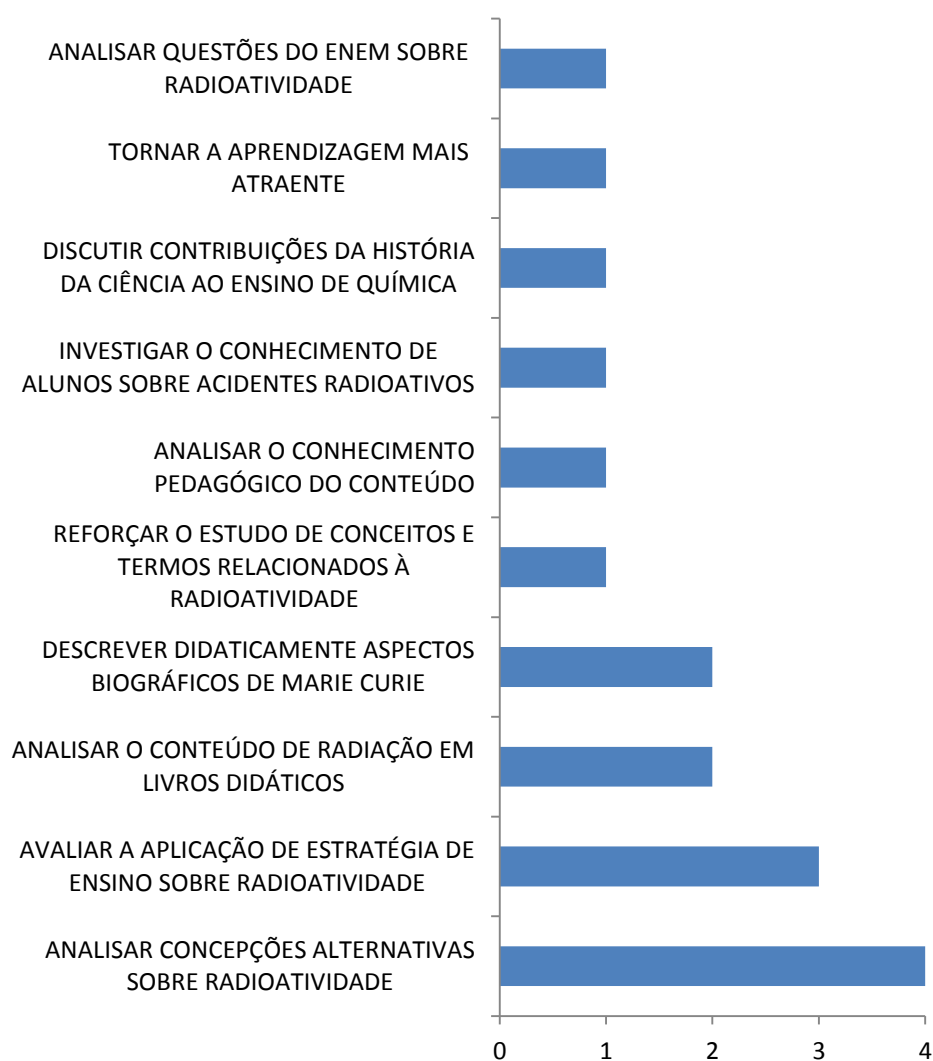
Ainda foi possível verificar a ocorrência de pesquisas que apresentaram notícias jornalísticas como estratégias didáticas, sendo identificadas em dois dos trabalhos analisados. Podemos citar, por exemplo, a pesquisa de Santos e Pérez-Esteban (2012). Os autores propuseram diretrizes metodológicas para trabalhar em sala de aula o conteúdo de Radioatividade, por meio de comunicados de imprensa em um evento real, a fim de reforçar o estudo de conceitos e termos relacionados ao estudo do tema, bem como tornar a aprendizagem mais agradável para os alunos. As notícias selecionadas para a pesquisa tratavam de um evento acontecido com um ex-espião russo, que morreu após uma agonia de quase quatro semanas, causado por um nível elevado de radiação.

Outras estratégias também foram identificadas, embora em menor quantidade, como na pesquisa de Vasconcelos e Leão (2012), em que foi descrita a elaboração e investigação da estratégia didática FlexQuest, baseada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), com a incorporação do uso de vídeos e outros recursos audiovisuais em sala de aula do 1<sup>a</sup> ano do ensino médio, sobre o ensino de Radioatividade. A FlexQuest “Radioatividade” apresentava três casos, cada um com quatro mini casos, os quais abordavam assuntos relacionados à detecção da Radioatividade em materiais, resíduos radioativos e seu descarte, utilização e

manuseio de material radioativo, doenças oriundas da exposição a radiação, aplicações benéficas e maléficas de elementos radioativos e elementos químicos radioativos.

Ao se analisar os objetivos delineados nas pesquisas, verificamos que uma quantidade considerável de trabalhos se voltou para a identificação de concepções alternativas sobre Radioatividade. Entendemos que isto se deva por conta do caráter controverso do tema, o qual permite uma multiplicidade de visões sobre o assunto. A Figura 5 a seguir traz uma visão geral sobre os objetivos apresentados nas pesquisas.

**Figura 5** – Frequência dos objetivos traçados pelos pesquisadores acerca da temática Radioatividade no ensino de Química em pesquisas empíricas.



Ao analisar os trabalhos verificamos que em alguns deles o foco dos pesquisadores estava na formação docente, por exemplo, Silva, Campos e Almeida (2013b) desenvolveram um estudo que buscou identificar as concepções alternativas de licenciandos em Química sobre Radioatividade. A pesquisa contou com a participação de 21 alunos, matriculados do 5º ao 9º período em um curso de Licenciatura em Química. Pudemos identificar, também,

pesquisas voltadas para o aluno, como no trabalho de Cao e Castiñeiras (2016), em que foram exploradas, mediante um questionário *ad hoc*, ideias de uma mostra de alunos sobre Radioatividade ao final do ensino básico.

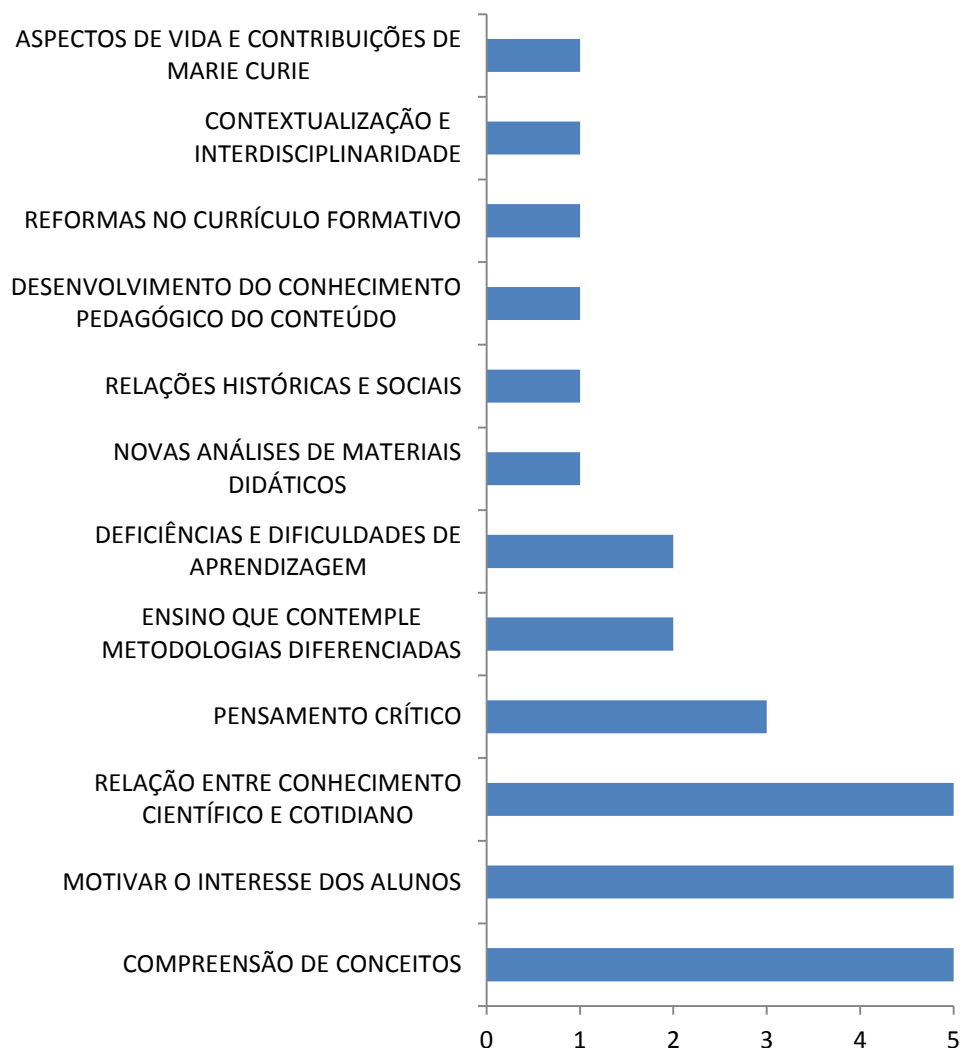
Durante as análises, também identificamos trabalhos em que os pesquisadores pretenderam avaliar a aplicação de estratégias de ensino. A título de exemplo citamos Silva, Campos e Almeida (2017). As autoras analisaram como a resolução de uma situação-problema sobre radioterapia contribuiu para a construção de conceitos relacionados à Radioatividade. A intervenção didática foi realizada a partir de um minicurso que contou com a participação de estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior.

Verificamos, também, pesquisas em que os autores pretenderam descrever aspectos da vida de Marie Curie. Por exemplo, Páez (2013) fez uma descrição histórica da vida de Marie Curie por meio da análise de livros, artigos e páginas *web*. O autor explorou o contexto científico de Paris no período da descoberta da Radioatividade e apresentou pontos da vida da cientista a partir de seu nascimento, destacando aspectos históricos, políticos, científicos e sentimentais, destacando o envolvimento da cientista com a Radioatividade e suas relações.

Outras pesquisas também podem ser mencionadas, como Fernandes e Campos (2016). Os autores buscaram identificar características das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) referentes ao tema Radioatividade no período de 1998 a 2015. A coleta de dados foi realizada a partir do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Foram selecionadas as provas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e, em seguida, foram identificadas e analisadas as questões relacionadas ao tema Radioatividade. Também foram analisadas as provas aplicadas das edições em que o ENEM teve dupla aplicação devido a dificuldades operacionais. A investigação se deu a partir das seguintes categorias de análise: tipo de questão, contextualização, interdisciplinaridade, recursos visuais, eixo cognitivo e aplicação da Radioatividade.

A respeito das principais considerações dos autores concernentes às pesquisas empíricas analisadas para a temática Radioatividade no ensino de Química, apresentamos a Figura 6, a seguir:

**Figura 6** – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores em pesquisas empíricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.



Verificamos que a maior parte das considerações apresentadas nos trabalhos investigados contemplava de modo quantitativamente igual a compreensão de conceitos, a motivação dos alunos e a relação entre conhecimento científico e cotidiano. Em virtude das notáveis considerações envolvendo conceitos nas pesquisas, entendemos que ainda é frequente a ocorrência de concepções alternativas em estudantes sobre a temática, seja pela pouca abordagem do conteúdo ou por seu caráter polêmico, este último pode também explicar a frequente ocorrência de trabalhos em que os autores consideraram maior motivação dos sujeitos ou mesmo quanto ao envolvimento dos temas científicos com o cotidiano.

Quanto às considerações sobre a compreensão de conceitos, podemos citar o trabalho de Scheffler e Del Pino (2013), que consistiu na utilização da teoria dos campos conceituais de Vergnaud como referencial teórico para aulas de Química. Os autores avaliaram as contribuições do uso desta teoria no ensino de Radioatividade, na disciplina de química aplicada de um curso técnico em Radiologia. Os autores consideraram que a teoria dos campos conceituais é uma boa ferramenta, principalmente quando utilizada no planejamento



didático, e destacaram que é possível também realizar a seleção e análise das situações de ensino que dão sentido aos conceitos e com isso acompanhar os estudantes enquanto aprendem, mapeando dessa forma, sua evolução conceitual e identificando indícios de aprendizagem significativa.

Ao se verificar as considerações em que os autores destacaram maior interesse dos alunos, apontamos o trabalho de Gomes, Junior e Delarole (2015). O estudo objetivou discutir contribuições da História da Ciência recente ao ensino de Química por alunos dos 6.º ao 9.º anos do ensino fundamental e pelas séries do ensino médio sobre a temática, tendo como pauta a estruturação de uma unidade didática, envolvendo a elaboração de cartazes com histórias em quadrinhos sobre o acidente do Césio-137 em Goiânia-Goiás, Brasil. Os autores evidenciaram que este recurso possibilitou explorar a riqueza de detalhes nas ilustrações utilizadas, também destacaram que a exposição dos cartazes denotou o grande interesse dos alunos em realizar e participar de todas as atividades propostas.

No que diz respeito aos trabalhos em que os autores consideraram a relação do conhecimento científico e cotidiano e à formação de pensamento crítico, Santos e Pérez-Esteban (2012) ressaltaram que fatos noticiados podem ser convertidos em recursos didáticos efetivos, uma vez que mostram aos alunos como a química não está distante da vida real, neste caso, promove o debate sobre a Radioatividade, suas aplicações, perigos e vantagens, de modo que favorece o espírito crítico e a aquisição de uma atitude ética e reflexiva em relação à ciência.

No trabalho de Cao e Castiñeiras (2016), os autores destacaram que o tratamento superficial e incompleto de Radioatividade nos livros didáticos e na imprensa digital não contribui para resolver as dificuldades de aprendizagem e que as deficiências encontradas nos alunos da amostra parecem ter pelo menos duas origens: o educacional e o social.

### **2.2.2 Pesquisas teóricas**

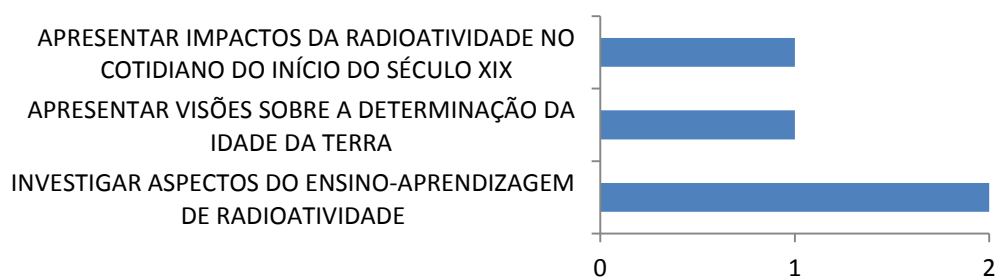
Encontramos quatro pesquisas teóricas sobre a abordagem da Radioatividade no ensino de Química. A discussão dos trabalhos foi organizada em objetivos pretendidos/alcançados e principais considerações dos pesquisadores, nos permitindo apresentar uma visão geral das pesquisas teóricas relacionadas à abordagem CTS no ensino de Química.

Quanto à metodologia utilizada pelos autores, identificamos duas pesquisas de revisão e duas envolvendo abordagem histórica. No que se refere às pesquisas de revisão, citamos

Silva, Campos e Almeida (2013a). Os autores investigaram aspectos do ensino e aprendizagem de Radioatividade em periódicos nacionais e internacionais de ensino de Ciências, Química e Física, classificados pela CAPES em um período compreendido entre 1990 a 2012. Dentre as considerações sobre abordagem histórica destacamos o estudo de Lima, Pimentel e Afonso (2011), os quais apresentaram de maneira sucinta o impacto da Radioatividade na vida cotidiana no início do século XX, através de análise em livros, páginas da *web*, jornais, revistas e periódicos.

Em relação aos objetivos traçados nos trabalhos, verificamos diferentes propósitos em cada estudo. A Figura 7, a seguir, nos permite ter uma visão mais geral sobre os principais propósitos.

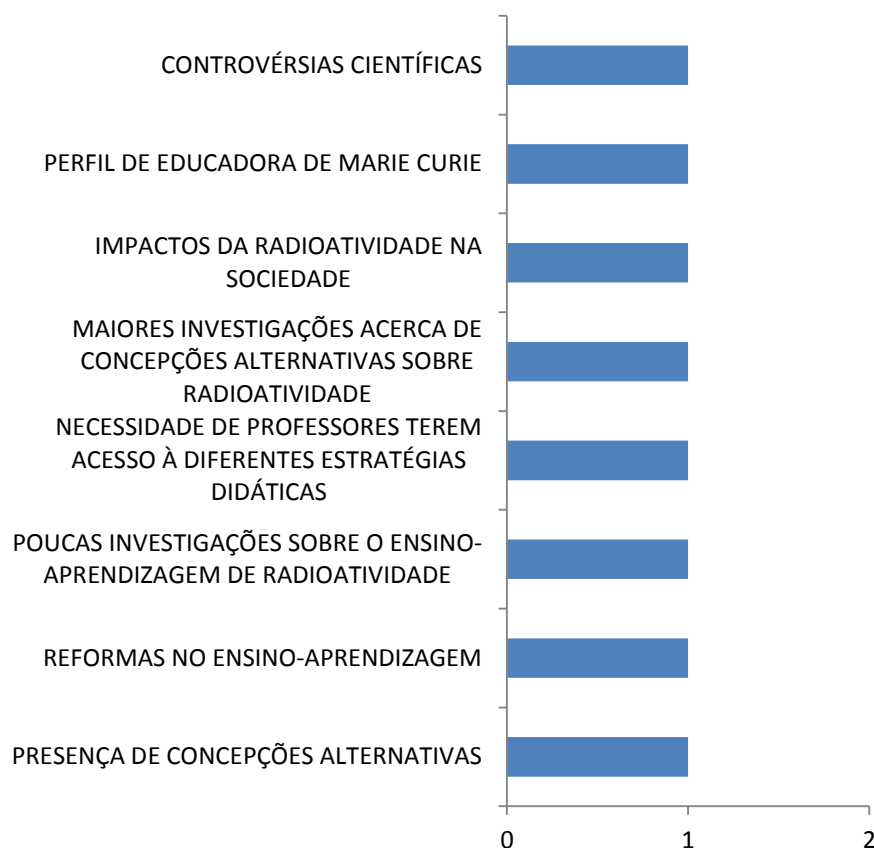
**Figura 7** – Frequência dos objetivos traçados pelos pesquisadores acerca da temática Radioatividade no ensino de Química em pesquisas teóricas.



Dentre as pesquisas, podemos citar uma em que a finalidade foi identificar aspectos do ensino-aprendizagem de Radioatividade, como em Cao e Castiñeiras (2015). Os autores realizaram uma revisão por meio de periódicos e páginas da *web*, sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem no campo conceitual da Radioatividade. A análise foi realizada a partir de diferentes perspectivas: ideias prévias de alunos e professores em treinamento, feita a partir do ponto de vista macroscópico, mais focado no aspecto fenomenológico e de um plano que considerava o processo radioativo a um nível atômico e nuclear; atividades em sala de aula e propostas didáticas, concentradas principalmente naquelas que revelam a Radioatividade natural e aquelas que ilustram o processo de decaimento radioativo.

No que se refere às principais considerações dos pesquisadores, também identificamos diferentes visões, como se observa na Figura 8:

**Figura 8** – Frequência das principais considerações apresentadas pelos pesquisadores em pesquisas teóricas envolvendo Radioatividade no ensino de Química.



Observamos que em cada trabalho os autores apresentaram considerações diferentes a respeito da temática. Podemos citar, por exemplo, a pesquisa de Araújo e Mól (2015), em que os autores apresentaram diferentes visões sobre a determinação da idade da Terra envolvendo conhecimentos de radioquímica, por meio de investigações em livros e artigos científicos. Os autores iniciaram a descrição a partir de ideias vinculadas à religião na Idade Média, passando por mudanças na concepção do tempo geológico, através da descoberta de fósseis, durante a Revolução Científica, até chegar ao desenvolvimento da datação radioativa no século XX. Araújo e Mól enfatizaram controvérsias científicas surgidas, no século XIX, a respeito da idade da Terra, notadamente entre Lord Kelvin, que defendia que a energia da Terra não era inesgotável e provinha da energia termal da origem do planeta, presumindo assim, que a Terra tinha seu interior quente e perdia calor para o espaço continuamente, sendo a idade da Terra entre 20 e 40 milhões de anos; e Charles Darwin que, utilizando o princípio da sucessão fóssil e do registro estratigráfico, propôs que a idade da Terra seria da ordem de bilhões de anos.

Por meio da leitura dos trabalhos publicados nos periódicos, podemos considerar que ainda é pequeno o número de pesquisas voltadas para a Radioatividade no ensino de Química, havendo a necessidade de maiores discussões sobre a temática. Verificamos também um destaque para pesquisas em que se objetivava a formação ou a compreensão de conceitos, o

maior interesse dos alunos pelo conteúdo ou mesmo a relação do que é estudado em sala de aula com o que acontece no cotidiano. Além disso, alguns autores apontaram a importância de conhecer as concepções alternativas que os estudantes ou futuros professores ainda trazem sobre o assunto. Por fim, consideramos que os resultados encontrados nessa revisão nos fornecem boas contribuições para o estudo da temática e de como ela pode ser relacionada ao ensino de química.

### **2.3 Abordagem CTS para o estudo de Radioatividade no Ensino de Química**

Durante a pesquisa de periódicos sobre a Abordagem CTS e o tratamento da temática Radioatividade para o ensino de Química, somente dois artigos (GARCÍA-CARMONA; CRIADO, 2008; CHIARO; AQUINO, 2017) foram encontrados envolvendo as duas vertentes (APÊNDICE E), ambos envolviam pesquisas empíricas e apresentavam Qualis A1 na área Ensino.

O primeiro trabalho pertence à revista “Enseñanza de las Ciencias” e apresenta os resultados de uma análise de conteúdo, sobre a introdução e o tratamento de conteúdos CTS introduzidos no ensino da energia nuclear e dos fenômenos radioativos. A metodologia consistiu na análise de onze livros didáticos de Física e Química do 3º nível do ensino secundário obrigatório (ESO) das editoras mais populares na Espanha. Os critérios de análise foram: aplicações tecnológicas da energia nuclear; sua influência na política, economia e comportamento social; o papel desempenhado pela ciência atômica e nuclear na evolução do conhecimento e da cultura; problemas ambientais; o desenvolvimento da ciência nuclear como produto do trabalho coletivo de cientistas (homens e mulheres); e a comparação das consequências benéficas e nocivas da energia nuclear. Além disso, foi explorado se esses tópicos CTS foram apresentados nas unidades como: apresentação; conteúdo declarativo no desenvolvimento; extensão ou suplemento adicional; e tarefas. Os autores também analisaram os livros didáticos examinando quantos itens CTS foram incluídos no conteúdo e a quantidade de atividades propostas sobre o assunto, observando se essas atividades faziam parte das atividades iniciais, finais ou de estudo posterior da(s) unidade(s), ou se foram integrados ao conhecimento básico.

Após a análise, os autores consideraram parecer haver certo ceticismo e relutância, em alguns dos elaboradores de materiais didáticos, ao considerar a abordagem CTS como um elemento essencial da alfabetização científico-tecnológica dos alunos. Com isso, sugeriram aos editores dos textos de Física e Química da ESO que atribuíssem maior importância aos

conteúdos CTS, ressaltando que sua inclusão contribui para o desenvolvimento de valores e atitudes dos alunos frente aos fenômenos e processos relacionados aos avanços científico-tecnológicos. Por fim, os autores incentivaram os professores identificados com esta abordagem educacional que projetassem seus próprios materiais didáticos com a ideia de que abandonariam gradualmente o uso exclusivo de livros didáticos em suas práticas de ensino.

A pesquisa de Chiaro e Aquino (2017), localizada na Revista “Educação e Pesquisa”, trata da investigação sobre se a utilização da argumentação como recurso didático no estudo do tema “Radioatividade” favoreceu um funcionamento no nível metacognitivo necessário a um enfoque CTS em sala de aula. A metodologia consistiu em produções textuais individuais sobre o tema “Radioatividade: vida ou morte?” alternadas com debates em grupo sobre essa questão. Ao todo, foram quatro atividades escritas intercaladas com três debates. Cada um dos debates aconteceu em um momento diferente do trabalho sobre a temática, tendo o primeiro ocorrido logo após a primeira atividade escrita. Em seguida, realizou-se a primeira discussão em grupo sobre a temática, à qual se seguiu uma nova atividade escrita. O segundo debate realizou-se após os alunos serem instruídos a lerem o livro-texto e a buscarem outras fontes sobre o tema “Radioatividade” em casa, que sucedeu-se de nova atividade escrita. O terceiro debate aconteceu depois de um mês de aula e teve uma estrutura prévia combinada com os alunos: a composição de três grupos, sendo um proponente de um projeto envolvendo Radioatividade; outro composto por um “júri popular”; e o outro composto pelo “governo”. Esses dois últimos tiveram a função de avaliar e julgar a pertinência da proposta do primeiro, de modo que a última atividade escrita foi realizada após essa atividade. Três alunos escolhidos aleatoriamente tiveram seu material analisado.

As análises mostraram que, ao serem interpelados a tomarem uma posição frente à questão sociocientífica levantada, os alunos pesquisados mostraram um funcionamento autorreflexivo que caracterizou um nível metacognitivo de pensamento, além de ter demonstrado um intenso movimento metacognitivo na construção de seus posicionamentos ao longo de toda atividade, de modo que foi possível encontrar movimentos dos três tipos (mantenedor, elaborador e reconstrutor) nos textos escritos analisados, assim como nos depoimentos sobre como estavam chegando aos seus posicionamentos naquele momento. A partir disso, os autores defenderam que, se um funcionamento metacognitivo oportunizado pela utilização da argumentação na sala de aula se constituiu um caminho fértil para a construção de conhecimentos e de indivíduos críticos, reflexivos e implicados com a construção do real, então atividades de caráter argumentativo, enquanto prática pedagógica, podem e devem fazer parte do planejamento de aulas dos professores. Destacaram, ainda, que

a argumentação, por sua organização discursiva peculiar, se constitui em interessante alternativa para fazer emergir formas de pensamento sofisticadas, como as que definem um pensamento crítico e reflexivo.

Com a pesquisa e leitura dos trabalhos, verificamos que ainda é pequena a quantidade de estudos envolvendo essas duas vertentes, não sendo nenhum voltado para o nível superior. Diante das considerações apresentadas, verificamos que a abordagem CTS no ensino de Radioatividade, além de permitir o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes, favorece a compreensão do tema científico e o desenvolvimento da tomada de decisão. Desta forma, a partir desse trabalho, estimamos contribuir para o prosseguimento dessas pesquisas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Investigar proposta de ensino do tema Radioatividade no nível superior, de modo a proporcionar a aquisição de visões e posturas mais adequadas em estudantes de graduação das áreas das Ciências da Natureza frente ao papel dessa temática na sociedade, com vistas ao processo de tomada de decisão.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar as principais características das pesquisas que relacionam a abordagem CTS e o tratamento da radioatividade no ensino de Química;
- Promover a aquisição de conhecimentos concernentes à Radioatividade nos estudantes, de forma que possam interpretar fenômenos do cotidiano a partir de tais conhecimentos adquiridos;





## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta seção apresentamos as etapas metodológicas desenvolvidas durante a realização desta pesquisa. Destacamos os procedimentos de coleta dos dados, bem como a caracterização dos sujeitos de pesquisa e o processo de análise dos aspectos alcançados.

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

A pesquisa apresenta caráter qualitativo. Gerhardt e Silveira (2009) apontam que esse tipo de pesquisa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. O trabalho em questão é do tipo estudo de caso, que consiste no estudo de um caso, sendo ele sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

### **4.2 Campo e sujeitos da pesquisa**

O trabalho consistiu na implementação de uma abordagem CTS no ensino de Radioatividade, desenvolvido por meio do curso de extensão “Radioatividade e sociedade: transformando pontos de vista”, com duração de 40 horas, realizado na Universidade Federal do Piauí e preparado especificamente para esta pesquisa. Participaram do estudo 28 estudantes, cursando períodos acadêmicos diferentes, sendo eles dos cursos de Química, Física e Ciências da Natureza, de diferentes instituições públicas do Piauí. Inicialmente, aplicamos um questionário para caracterizar os discentes, auto declarados, por meio de termo de consentimento livre e esclarecido, voluntários da pesquisa. Vale destacar que o projeto de desenvolvimento da presente pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Piauí e encontra-se cadastrado na Plataforma Brasil, sob a identificação CAAE: 52760916.0.0000.5214, intitulado como “Uso de abordagem CTS para o tratamento do tema Radioatividade no ensino superior de Química” (Anexo A). Vale enfatizar que todos os estudantes do curso tiveram seus nomes modificados a fim de preservar suas identidades.

### 4.3 Procedimento de coleta de dados

As atividades desenvolvidas durante o curso compreenderam momentos que consistiam no estudo da temática Radioatividade, com a abordagem de seus aspectos tecnológicos e sociais, além dos científicos. Schnetzler e Santos (2003) explicam que os projetos de CTS possuem uma estrutura característica de adoção de etapas, as quais partem de temas sociais para os conceitos científicos e, então, retornam aos temas inicialmente propostos. Partindo desse princípio, durante o curso, as etapas descritas a seguir foram desenvolvidas.

Com o propósito de coletar informações dos sujeitos pertinentes à pesquisa e seus conhecimentos prévios a respeito de assuntos envolvendo o tema em pauta, elaboramos um questionário (APÊNDICE F) com questões concernentes à temática, além de perguntas de caracterização pessoal e estudantil dos participantes. O questionário apresentava perguntas abertas envolvendo conceitos, situações e sugestões acerca da Radioatividade, as quais os estudantes responderam individualmente, em sala-de-aula.

Após a resolução do questionário de caracterização, os estudantes acompanharam três vídeos concernentes a diferentes particularidades da temática Radioatividade, selecionados por exibirem características de documentário, apresentarem a duração necessária para serem expostos durante o curso e explorarem informações significativas para cada assunto trabalhado. Em cada vídeo, os participantes foram levados a elaborar perguntas relacionadas ao que foi assistido. Após a exibição de cada vídeo, os alunos responderam a um questionário sobre o exposto. Antes da exibição de um novo filme, havia uma discussão sobre o filme anterior. Os questionários consistiram em ferramentas de pesquisa a fim de enriquecer a discussão e foram associados a aulas expositivas dialogadas, as quais corroboravam as temáticas tratadas em cada vídeo. É importante ressaltar que todos os vídeos encontram-se facilmente na plataforma de vídeos online “Youtube”. Destacamos ainda que os momentos de discussão após cada vídeo foram registrados em áudio e vídeo, para posterior transcrição.

O primeiro vídeo, intitulado “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, foi escolhido por apresentar aspectos da natureza da ciência e evidenciar o contexto social, científico, político, econômico e tecnológico desde a descoberta da Radioatividade até o final da segunda Guerra Mundial. Com duração de aproximadamente 27 minutos, o vídeo apresenta, por meio de fotos e representações, a história da família Curie de forma historicamente contextualizada,

sendo destacada a infância de Marie e os motivos políticos, sociais e culturais que a fizeram sair de sua cidade natal para estudar em Paris. Também é abordado o trabalho e a contribuição de outros cientistas como Becquerel, Roetgen, Rutherford, Pierre e Irène Curie e Frederic Joliot para a descoberta e seguimento da Radioatividade. O vídeo também aborda a trajetória da família em direção ao Prêmio Nobel. As duas premiações de Marie, primeiro em Física, juntamente com Pierre Curie e Henri Becquerel, depois sozinha, em Química, bem como os empecilhos sociais para recebê-los, além de relatar o terceiro prêmio Nobel a Irène Curie. Por fim, o documentário apresenta as primeiras aplicações da Radioatividade, seu uso na medicina, na primeira e segunda Guerra Mundial e os impactos sociais subsequentes.

O segundo vídeo consiste em um episódio do programa “Linha Direta Justiça”, intitulado especificamente como “Linha Direta Justiça - Césio 137”, o qual apresentou o contexto do acidente radioativo envolvendo Césio-137 na cidade de Goiânia, em 1987. O vídeo foi escolhido por expor um acidente radioativo de nível urbano, estando, então, mais próximo do contexto social dos estudantes do que os acidentes ocorridos em usinas nucleares. Com aproximadamente 38 minutos, o vídeo destaca, por meio de simulações e depoimentos, pontos importantes do acontecimento que ficou conhecido como o maior acidente radiourbano do mundo. É relatado o momento em que a peça contendo Césio-137 foi encontrada e desmontada e como o brilho dessa substância atraía as pessoas. O vídeo também mostra como ocorreu a contaminação em seus diferentes graus, como foi descoberta, além de apresentar o processo de descontaminação em nível urbano e pessoal, bem como as diversas implicações decorrentes. É importante destacar que o vídeo apresenta aspectos de caráter social bastante evidentes, pois traz situações de organização econômica e comunitária, bem como questões de preconceito.

O terceiro vídeo faz menção às tecnologias nucleares desenvolvidas nos mais diversos setores da sociedade e tem como título “TV Senado - Tecnologias Nucleares”, concernente a um episódio do programa “Repórter Senado”, apresentado pela “TV Senado”, escolhido por evidenciar significativas aplicações da Radioatividade. Em 30 minutos de duração, o vídeo expõe o emprego da Radioatividade em diversos setores: na medicina, por meio dos radiofármacos, radioisótopos, radioterapia e aparelhos de radiologia; na agricultura, para a eliminação de pragas, conservação de produtos agrícolas e exportação; na indústria, para a produção de energia nuclear, na esterilização de materiais e alteração de cor de pedras semipreciosas e na preservação de alimentos, bem como as empresas responsáveis por esses setores.

Após a exibição de todos os vídeos e das discussões, os estudantes participaram de uma atividade de *Roleplay*. A prática consiste em um jogo de papéis que permite que os participantes aprendam ao assumir diferentes personagens. Ladousse (1988 *apud* RICHTER 1998) descreve a atividade como um tipo de interação em que estudantes assumem papéis em um ambiente seguro no qual podem ser inventivos e lúdicos à vontade, criando inconscientemente sua própria realidade e desenvolvendo a habilidade de interagir com outras pessoas.

Para este trabalho, elaboramos um caso fictício (APÊNDICE G) envolvendo a instalação de uma usina nuclear em uma cidade, em virtude da descoberta de Urânio em seu território. A cidade, com clima tipicamente tropical e composta por belas praias, apresentava um cenário econômico em constante crescimento, mas havia enfrentado, 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 radioativo, o que provocou contaminação e morte. Foi sugerido aos alunos que assumissem o papel de habitantes dessa cidade e, então, desenvolvessem uma tomada de decisão para o caso. Dessa forma, os alunos foram divididos em grupos de cinco categorias diferentes, referentes a cinco atores sociais diferentes da cidade: ambientalistas, governantes, empresários, representantes da associação de vítimas do acidente e população em geral. Os grupos se posicionariam inicialmente quanto à implantação da Usina e, por meio da discussão no *Roleplay*, apresentariam uma tomada de decisão final para o caso. A atividade foi registrada em áudio e vídeo, para posterior transcrição.

Antes da apresentação da proposta de atribuição de papéis, para auxiliar os estudantes, houve momentos de orientação e busca de materiais. Neste momento, cada grupo recebeu um roteiro de pesquisa (APÊNDICE H) para orientar sua participação na atividade.

O *Roleplay* iniciou com a exposição de cada grupo, de modo que os integrantes tiveram de 5 a 10 minutos para se apresentar e manifestar seu posicionamento inicial sobre a instalação da usina. Por ordem de sorteio, os primeiros a se apresentarem foram os representantes da associação de vítimas do acidente, seguida dos representantes da população, governantes municipais, empresários e, por último, ambientalistas. Após as apresentações, as equipes tiveram 20 minutos para argumentar sobre a possível instalação da usina e discorrerem a respeito das suas opiniões. Depois de todos os argumentos apresentados, as equipes tiveram 10 minutos para as réplicas, adiante, mais 10 minutos para tréplica. Ressaltamos que toda a atividade foi mediada e orientada pelos pesquisadores deste trabalho, ministrantes do curso. A proposta foi finalizada, então, a partir do alcance de um consenso

com relação à melhor solução para o caso, por meio da tomada de decisão para o problema, a qual era concluída com a elaboração de cartas expondo suas decisões. Neste momento, houve um retorno para a temática social, que novamente é discutida, porém, o foco deixa de ser apenas a análise e baseia-se na tomada de decisão.

Vale destacar que, após a tomada de decisão, um novo *Roleplay* aconteceu, desta vez com os grupos em papéis diferentes. A inversão das equipes se sucedeu da seguinte maneira: o grupo que havia representado os governantes no primeiro momento assumiu o papel dos representantes comunitários; os integrantes do grupo pertencente à associação de vítimas afetadas pelo acidente passou a representar os governantes municipais; a equipe que compunha os ambientalistas assumiu o papel dos empresários; os novos ambientalistas foram representados pelos antigos representantes comunitários; por fim, a associação das vítimas foi a partir de então composta pelo grupo que, anteriormente, compunha a equipe de empresários. Tal proposta se deu para que pudéssemos avaliar as diferentes decisões dos estudantes ao assumirem posições diferentes no discurso.

Face ao descrito, os dados foram coletados por meio do acompanhamento das atividades realizadas pelos estudantes durante as etapas do curso de extensão. Logo, os dados consistiram em todas as produções orais e escritas dos estudantes, a saber, as respostas aos questionários, as perguntas elaboradas durante os vídeos, a participação no momento das discussões sobre os vídeos e no *Roleplay*, bem como as cartas explicitando as decisões tomadas a respeito da implantação da usina. Realizamos registros em áudio e vídeo, os quais nos permitiram coletar as discussões após a exibição dos vídeos e a atribuição de papéis.

#### **4.4 Procedimentos de Análise dos Dados**

Para a análise dos dados utilizamos o referencial teórico da Análise de Discurso da escola francesa (AD). Tal perspectiva teve início com o filósofo francês Michel Pêcheux, nos anos 60, e apresenta uma perspectiva que procura descrever e analisar os sentidos e suas condições de produção (ANDRADE; MARTINS 2006), ou seja, busca analisar os discursos e como seus sentidos formam as interpretações.

Dessa forma, a AD vai de encontro aos estudos linguísticos nos quais descreve-se a língua de maneira abstrata, pensada fora de qualquer contexto de uso. Nesse sentido, segundo Orlandi (2002), a AD não trata da língua ou da gramática, embora todas essas coisas lhe interessem, mas trata do discurso, e com o estudo do discurso, observa-se o homem falando. O objeto de estudo deixa de ser a frase e passa a ser o discurso, uma vez que foge da

apreciação palavra por palavra na interpretação, como uma sequência fechada em si mesma (BRASIL, 2011).

À vista disso, estudar o discurso consiste em compreender a construção dos sentidos com base nas condições de produção do mesmo. Segundo Nozawa e Schor (1996), a AD entende que o processo de constituição de qualquer sequência verbal é determinada por suas condições de produção, ou seja, pelos interlocutores, pelo contexto histórico, social e ideológico e pela formação discursiva na qual é produzida. Tais condições de produção são responsáveis pelo que Orlandi (2002) chama de relação de sentidos, no qual o sentido é determinado pelas posições ideológicas colocadas em jogo no processo sócio-histórico em que as palavras são produzidas. Conforme a relação de forças, o lugar pelo qual o sujeito fala é característico do que ele diz, de modo que, os sentidos no discurso se modificam à medida que se modifica a posição dos interlocutores, isto é, de acordo com as formações ideológicas nas quais essas posições se inscrevem.

Conforme Pêcheux (1988), existem dois tipos de esquecimentos que permitem que a ideologia afete o discurso. Por meio do esquecimento nº 1, também chamado de esquecimento ideológico, o locutor se posiciona como originador do discurso e possui a ilusão de que este não tenha relação com sentidos pré-existentes. No esquecimento nº 2, que é da ordem da enunciação, o locutor escolhe formas de expor o discurso em virtude de outras. De acordo com Monteiro, Santos e Teixeira (2007), nessa situação há a ilusão de que o dito apaga ou oculta o não-dito. Em contrapartida, segundo o mecanismo de antecipação, todo sujeito tem a capacidade de antecipar-se a seu interlocutor quanto ao sentido que suas palavras produzem (FERREIRA, 2012).

O discurso estudado, segundo Orlandi (2009), se faz na união de dois processos fundamentais da linguagem: o processo parafrástico e o processo polissêmico. O processo parafrástico é o que permite a produção do mesmo sentido sob diversas maneiras, de forma que há um retorno aos mesmos espaços do dizer, ou seja, produz-se diferentes concepções do mesmo dizer sedimentado; e o processo polissêmico é o responsável pelo fato de que são sempre possíveis múltiplos sentidos, isto é, o deslocamento, a ruptura dos processos de significação.

Diante disso, dizemos que essas duas forças trabalham continuamente o dizer, de modo que todo discurso se faz nessa tensão: entre o mesmo e o diferente (ORLANDI, 2002). Tais fatores representam as bases que Orlandi (2009) estabeleceu para elaborar sua tipologia de discursos, quais são: discursos autoritário, polêmico e lúdico. No discurso autoritário, o agente do discurso pretende ser o único e em seu discurso oculta o referente, o objeto do

discurso fica dominado pelo próprio dizer, logo, a polissemia é contida, aproximando-se, assim, para o processo parafrástico; o discurso lúdico tende para a total polissemia e o referente está exposto à presença dos interlocutores; o discurso polêmico é o que apresenta um equilíbrio tenso entre polissemia e paráfrase, o objeto do discurso não está obscurecido pelo dizer, mas direcionado pela disputa, de forma que cada um dos interlocutores procura direcionar o referente do discurso.

Orlandi (2008) também destaca que as tipologias devem ser interpretadas, uma vez que sua aplicabilidade é regulada pelos objetivos da análise em sua relação com a natureza do texto. A autora enfatiza ainda que não se devem estabelecer relações categóricas entre os tipos, sendo preferível falar-se em tendências, uma vez que existem discursos que tendem para algum dos tipos, não havendo tipos puros, a não ser idealmente.

Dessa maneira, utilizamos o referencial de Análise de Discurso como ferramenta para a análise dos dados coletados neste trabalho, uma vez que possibilita verificar os tipos de discursos anunciados pelos estudantes, os quais podem permitir vislumbrar seus pontos de vistas quanto à temática estudada.





## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi conduzido a partir de atividades desenvolvidas durante o curso de extensão “Radioatividade e Sociedade: Transformando pontos de vista”, do qual coletamos e analisamos perguntas elaboradas pelos estudantes após a exibição de vídeos, as interações ocorridas nas discussões sobre esses filmes e na realização de um *Roleplay*, bem como as cartas redigidas pelos alunos nas quais explicitavam suas decisões a respeito da problemática discutida. Para tanto, fizemos uso da perspectiva de Análise de Discurso na linha francesa, especificamente em relação à tipologia do discurso, a fim de observar as características dos discursos produzidos nessas situações.

O curso recebeu 46 alunos, porém, apenas 28 cumpriram todas as etapas da pesquisa, sendo estes considerados os sujeitos da pesquisa. Os alunos possuíam uma faixa etária entre 17 e 39 anos e todos nasceram na região Nordeste, a maioria (82,14%) no estado do Piauí, tendo 17,86% de alunos nascidos no estado do Maranhão. Com relação à formação estudantil, um pouco mais da metade dos alunos participantes (57,14%) cursou o ensino fundamental em escolas públicas e 32,14% em escolas particulares, havendo 7,14% que cursaram parte do ensino fundamental em escola pública e parte em escola privada, além de 3,57% que não nos permitiu identificar em que tipo de escola havia cursado o ensino fundamental. Verificamos que a frequência de alunos que cursaram o ensino médio em escolas públicas foi semelhante (60,71%) e, assim como no ensino fundamental, 32,14% dos alunos concluíram o ensino médio em escolas privadas. Houve 3,57% que concluiu o ensino médio em escola filantrópica e, novamente, não foi possível identificar em que tipo de escola 3,57% dos estudantes concluiu o ensino médio.

Quanto à formação acadêmica, verificamos que a maior parte dos sujeitos da pesquisa (64,28%) eram estudantes da Universidade Federal do Piauí (UFPI), havendo 28,57% de alunos da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e 7,14% do Instituto Federal do Piauí (IFPI). O curso de extensão recebeu acadêmicos de diferentes cursos em períodos distintos: 75% dos alunos participantes eram estudantes de Química, destes, 76,19% eram licenciandos, apenas 4,76% cursava bacharelado, e 19,05% dos alunos não identificaram a modalidade do curso. Acreditamos que o número de alunos de Licenciatura tenha sido maior devido às três instituições oferecerem o curso de Química nesta modalidade, enquanto que apenas uma oferece o curso na forma de Bacharelado. Dos 25% de alunos restantes, 71,43% cursavam Licenciatura em Ciências da Natureza e 28,57% eram alunos do curso de Física, os quais não identificaram a modalidade do curso. O período acadêmico dos estudantes também era

bastante variado, havendo alunos desde o primeiro até o décimo período de seus respectivos cursos, conforme se observa na Tabela 3 a seguir:

**Tabela 3** - Frequência de período acadêmico dos sujeitos de pesquisa por curso.

	Química	Ciências da Natureza	Física
1º Período	33,33%	--	--
2º Período	4,76%	--	--
3º Período	4,76%	--	--
4º Período	9,53%	20%	--
5º Período	--	40%	50%
6º Período	28,57%	--	50%
7º Período	--	--	--
8º Período	4,76%	--	--
9º Período	14,29%	--	--
10º Período	--	40%	--

Verificamos, assim, que o perfil dos estudantes era bem heterogêneo, principalmente no curso de Química, em que foi possível encontrar alunos em diversos períodos acadêmicos, especialmente no primeiro. Quanto aos acadêmicos dos cursos de Ciências da Natureza e Física, a maioria se encontrava no meio de seus cursos de graduação.

### 5.1 Questões elaboradas pelos estudantes

Consoante ao que foi mencionado em momento anterior, no início do curso foram resgatadas as concepções prévias dos estudantes sobre Radioatividade e, após a observação dos vídeos, os estudantes foram levados a elaborar perguntas sobre a temática tratada em cada um deles. As perguntas foram analisadas segundo a Tipologia do Discurso da Análise de Discurso francesa (ORLANDI, 2009) e, a partir dos questionamentos apresentados, foi possível organizar as questões em categorias conforme seus objetos de conhecimento.

Para o vídeo 1 “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, houve um total de 127 perguntas elencadas em seis categorias, as quais estão descritas em tópicos específicos para cada uma. São elas: *Científicas*, *Conceituais*, *Históricas*, *Sociais*, *Tecnológicas* e *Saúde*. As perguntas concernentes ao segundo vídeo, “Linha Direta Justiça - Césio 137”, perfizeram um total de 121 questões, de características semelhantes às feitas para o primeiro, exceto pelo fato de que foram identificadas perguntas referentes à categoria denominada como “Ambientais”, e a inexistência de perguntas alusivas à categoria “Científicas”. Para o vídeo 3, “TV Senado - Tecnologias Nucleares”, a soma de perguntas elaboradas pelos estudantes consistiu em 134, referentes a todas as categorias já mencionadas. Vale ressaltar que, em alguns casos, uma pergunta foi concernente a mais de uma categoria.

Em todos os casos, a categoria com maior frequência foi a de aspectos conceituais. De modo geral, estima-se, a partir disso, que os estudantes refletiam principalmente sobre definições a respeito do tema. Esses tipos de questionamentos são bastante comuns no ambiente escolar em que os estudantes solicitam respostas ou significações relacionadas ao conteúdo proposto (ORLANDI, 2009). A categoria com menos perguntas foi a ambiental, não sendo presente no vídeo 1, e com pouca frequência para os demais vídeos. As categorias e suas respectivas frequências podem ser observadas na Tabela 4, a seguir.

**Tabela 4** - Frequência de categorias relativas às perguntas dos estudantes em cada vídeo.

	Conceituais	Científicas	Históricas	Sociais	Tecnológicas	Saúde	Ambientais
Vídeo 1	37,01%	17,32%	15,75%	5,51%	3,94%	20,47%	---
Vídeo 2	32,76%	---	18,10%	18,10%	1,72%	25,86%	3,46%
Vídeo 3	34,31%	5,84%	1,46%	6,57%	31,38%	19,71%	0,73%

A Tabela 4 evidencia que os estudantes apresentaram diferentes pontos de vista sobre a temática e que a natureza dos documentários foi determinante para o tipo de perguntas elaboradas. Nos tópicos a seguir demonstraremos como se deu a organização das questões para cada categoria e os tipos de discurso encontrados em cada caso.

### 5.1.1 Conceituais

Dentre as questões formuladas pelos alunos, sobressaíram-se perguntas de cunho conceitual. As contestações listadas em tal categoria representavam geralmente questionamentos envolvendo ideias, definições ou significados, ou seja, a maioria das perguntas pressupunha um sentido único, que é o da definição rígida para aquilo que estava sendo solicitado. A seguir são apresentados alguns exemplos desta natureza:

*O que é radioatividade artificial?* – Ivo – Vídeo 1

*Qual é o tempo de meia vida do céσιο 137?* – Max – Vídeo 2

*O que é o IPEN?* – Ana – Vídeo 3

Nas situações retratadas, as perguntas podem ser consideradas características de um discurso pedagógico que, segundo Orlandi (2009), remete-se ao discurso autoritário, no qual há fortes traços metalinguísticos, uma vez que denotam um sentido único, em que não há um retorno discursivo. Ao elaborarem tais perguntas, os estudantes dispensavam a razão para os fenômenos e buscavam unicamente respostas precisas e exatas que remetiam a definições. Observa-se que a intenção dos alunos não está na compreensão dos fatos ou no seu decurso,

mas numa resposta considerada apropriada e fechada que pudesse condizer com seus questionamentos.

Verificamos ainda, que havia perguntas dentro dessa categoria que denotavam um teor mais explicativo, conforme se observa a seguir:

*Qual a importância da água pesada?* – Adam – Vídeo 1

*Dentro do aparelho de radioterapia havia uma cápsula que tinha aspecto brilhante e azulado, que substância era ela? Por que promoveu tanto mau à saúde.* – Nick – Vídeo 2

*Qual a função do uso da bata, já que esta não isola o corpo da contaminação?* – Rubi – Vídeo 3

Nestes casos, os alunos buscavam assimilar os conceitos com explicações mais elaboradas, pretendendo obter explicações mais detalhadas. Na pergunta do aluno Adam, por exemplo, observamos que o intento não está na definição de água pesada, mas na sua relevância. Isso também se percebe na pergunta do aluno Nick, quando menciona a presença do objeto, procurando saber, não apenas seu significado, como também, uma explicação para os problemas de saúde gerados por ele. De forma semelhante, a estudante Rubi, para o terceiro filme, questiona o uso das batas e ressalta que a mesma não funciona como isolante para a radiação. Nesses exemplos, observam-se traços de polissemia, uma vez que o objetivo dos estudantes não era meramente a definição, mas a compreensão dos temas ou fenômenos. Em tais perguntas o discurso caminha para mais de um sentido, apresentando características que representam tendência a um discurso polêmico.

Quando os questionamentos elencados nessa categoria são contrapostos com os conceitos prévios dos estudantes, nota-se que há uma complexidade em argumentar sobre a temática e suas implicações, como se observa nas respostas apresentadas quando interpelados sobre o que entendem por Radioatividade (Pergunta 2) e quando lhes foi solicitado que listassem termos relacionados (Pergunta 10):

*Não sei.* – Adam – Pergunta 2

*Creio que tenha haver com tempo de meia vida, fissão nuclear...* – Max – Pergunta 2

*Fissão Nuclear: Reação em cadeia;*

*Reação em cadeia: reações que ocorrem espontaneamente;*

*Tempo de meia-vida: tempo necessário para que uma amostra diminua pela metade.* – Ivo – Pergunta 10

*Reação em cadeia: é um processo que afeta continuamente.*

*Radiação Ionizante: é uma energia emitida por um íon.* – Rubi – Pergunta 10

Segundo Orlandi (2009), a definição é validada pelo ambiente escolar, de modo que eles o veem como a comprovação dos seus questionamentos. Ao analisar as respostas apresentadas pelos estudantes, verificamos que, em alguns momentos, eles manifestavam desconhecimento sobre o tema, não sabiam fundamentar suas explicações, tinham dificuldades de associar os termos científicos sobre Radioatividade com suas implicações ou apresentavam definições rígidas quanto à temática. Estas situações são características de um discurso pedagógico, o que justifica uma maior manifestação de questionamentos dessa natureza.

### 5.1.2 Científicas

Esta categoria consiste em questões que dizem respeito a noções relacionadas a fenômenos, pesquisas e métodos científicos. Dentre todos os vídeos assistidos, o que mais provocou nos estudantes perguntas desta categoria foi o primeiro. Isso pode ser justificado por seu caráter que, como descrito, apresenta exposições com aspectos de natureza da Ciência. Uma vez que é comum a supervalorização da Ciência na abordagem dos conteúdos e a omissão de sua formação e construção, justifica-se a presença de um maior interesse científico por parte dos alunos para este filme. Praia et al. (2007) destacam que visões vagas ou alteradas da Ciência geram desinteresse e até mesmo abandono de muitos estudantes. Em consonância, verificamos que durante a análise das concepções prévias, não se observou, nas respostas dos estudantes, noções relacionadas a essa categoria.

Para o vídeo 1, as perguntas elaboradas pelos estudantes consistiram em dúvidas de diversos tipos. Algumas envolveram apenas explicações a respeito de acontecimentos e descobertas, ou mesmo sobre a temática, outras se baseavam nas diversas relações entre pesquisas da época e teorias, além de questões que envolviam a metodologia usada durante as pesquisas.

A maioria das perguntas envolviam explicações. Os alunos procuravam esclarecimentos de como as pesquisas científicas aconteciam, como era a relação com outras pesquisas e como se desenvolviam, em que consistiam as metodologias utilizadas e o desenvolver da formulação de uma teoria, como se verifica a seguir:

*Como Marie Curie provou o peso atômico? – Rui – Vídeo 1*  
*Segundo uma das descobertas de Marie e Pierre, o Rádium (Ra) é mais radioativo do que o Urânio. Como é possível tal descoberta? – Jade – Vídeo 1*  
*Como foi constituída a radiatividade artificial? – Rita – Vídeo 1*

*Como surgiu a ideia para a tese de doutorado de Marie? – Ian – Vídeo 1*

*Qual a importância dos estudos de Becquerel para Marie Curie? – Adam – Vídeo 1*

*Qual a relação das descobertas de Rutherford sobre o átomo com a radioatividade? – Saul – Vídeo 1*

Em todos os casos prevalece nas perguntas o foco científico. Notamos que, diferentemente das perguntas de natureza conceitual, os alunos buscavam compreender a situação além da definição. Nos primeiros exemplos, percebemos uma necessidade de visualizar o fenômeno e entender como ele acontecia. No segundo caso, os estudantes vão além, uma vez que apresentam a Ciência como algo em constante evolução e expõem questões que exprimem a construção da Ciência de maneira articulada, de forma que as perguntas pressupõem relações entre diferentes teorias, pesquisas e acontecimentos. Ao formularem tais questões, notamos a reflexão dos alunos quanto às pesquisas científicas e às teorias da época, tornando-as como seus objetos de conhecimento. Há, mais uma vez, indicativo de traços de polissemia, tendendo para o discurso polêmico.

Ainda dentro da categoria científica, constatou-se a presença de questões envolvendo métodos e experimentos usados pelos cientistas:

*A radioterapia projetada a partir das descobertas com Rádio, e a química? (vieram a partir de que experimentos?) – Ana – Vídeo 1*

*De que forma Marie conseguiu isolar o rádio, considerando que era uma época sem muitos recursos tecnológicos? Que métodos foram utilizados? – Dino – Vídeo 1*

Na pergunta de Ana, sua preocupação está voltada para os experimentos usados na descoberta da radioterapia. Nota-se, nesse questionamento, a presença de um sentido único, remetendo a uma resposta direta, características de um discurso autoritário. Orlandi (2009) evidencia que essa manutenção de efeitos de sentido é garantida pela recorrência de “informações que aparecem como dadas, predeterminadas, e não deixa espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e seu contexto mais amplo”. Em contrapartida, o questionamento de Dino consiste em duas perguntas, a primeira possui um teor histórico e o discurso tende para o polêmico, pois manifesta um deslocamento de sentidos, no qual o cerne da questão não se fundamenta em uma resolução exata, mas demonstrando interesse em conhecer os recursos de pesquisa disponíveis na época; na segunda parte o questionamento sobre os métodos, o qual aparece de forma complementar à pergunta inicial.

Não houve perguntas de teor científico para o segundo vídeo. Acreditamos que tenha sido pelo fato de o mesmo evidenciar um caráter histórico-social, despertando nos estudantes questionamentos voltados para esse fim. Para o terceiro filme, um número menor de perguntas foi observado em relação ao primeiro, o que pode ser justificado pelo fato de primeiro filme apresentar fortes traços de natureza da Ciência, enquanto o terceiro se encontra mais voltado para os avanços e aplicações tecnológicas. Alguns questionamentos de cunho científico, para o terceiro filme, podem ser observados a seguir:

*Para que os pesquisadores utilizam os nêutrons gerados a partir da fissão dos átomos de urânio? –Luna – Vídeo 3*

*Como são feitos os testes para comprovar a boa qualidade dos alimentos irradiados? – Alan – Vídeo 3*

*Qual o objetivo da irradiação dos materiais utilizados em análises?*

*Em que essa irradiação auxilia nos estudos? – Dino – Vídeo 3*

Todas as perguntas de teor científico elaboradas pelos estudantes para o vídeo “TV Senado - Tecnologias Nucleares” possuíam um caráter explicativo. Mais uma vez observamos que as questões tendem para um discurso polêmico, já que a busca por explicações vão além de seus significados. Verificamos a necessidade demonstrada pelos alunos em entender as situações visualizadas no vídeo de forma clara, de modo a interpretá-las. Notamos que os estudantes abordavam as pesquisas de uma maneira mais ampla, não se limitando apenas aos métodos utilizados, mas à forma como as pesquisas aconteciam e por que aconteciam.

### 5.1.3 Históricas

Esta categoria tem questões referentes a aspectos históricos como objeto de conhecimento. As perguntas aqui elencadas representavam questionamentos envolvendo episódios marcantes da história, o momento em que ocorreram e a duração dos fatos. No que diz respeito às ideias prévias coletadas no início do curso, as noções condizentes a essa categoria remetiam, em sua maioria, a acidentes radioativos e guerras nucleares. Acreditamos que, por serem os contextos históricos os mais divulgados e, portanto os mais comuns no cotidiano dos estudantes, tenham suscitado mais comentários dessa natureza por parte dos alunos. Quando são questionados sobre os fenômenos que lembram a temática Radioatividade, na Pergunta 3, surgiram as seguintes respostas:

*Lembro-me do acidente com césio que ocorreu em Goiânia se não me engano. – Max*

*Sim, o acidente nuclear que aconteceu no Japão, após um terremoto na usina de Fukushima, Rússia em Chernobyl. -Ivan*

*O episódio mais recente foi a destruição da usina nuclear no Japão pelo Tsunami. – Aldo*

Aliado a essas ideias prévias, os vídeos trouxeram maiores informações aos alunos, de modo que durante as perguntas elaboradas após a exibição dos vídeos, observa-se que os estudantes buscavam respostas condizentes às épocas, aos lugares e às circunstâncias em que algumas situações aconteceram:

*Quando foi construído o 1º laboratório de aceleração de partículas da Europa? – Ian – Vídeo 1*

*Quando foi (em que período), descoberto o Rádio? – Lara – Vídeo 1*

*Após a descoberta da peça, quanto tempo se passou até saber que era prejudicial? – Ana – Vídeo 2*

*Onde ocorreu a primeira triagem após uma série de contaminações? – Rita – Vídeo 2*

Também surgiram questões em que os estudantes manifestaram o desejo de saber sobre fatos curiosos exibidos, demonstrando que a natureza dos vídeos apresentados foi fator considerável na elaboração das perguntas, como se observa a seguir:

*O que levou Marie desacreditar em Deus em sua infância? – Bob – Vídeo 1*

*Quais os malefícios que a nova substância trouxe à Marie e sua família? – Eva – Vídeo 1*

*Quais os procedimentos usados com roupas e outros objetos das vítimas? – Max – Vídeo 2*

*Quais foram as consequências que o césio 137 provocou em Goiânia? – Nick – Vídeo 2*

Ao analisar os questionamentos apresentados, foi possível perceber que o foco dos estudantes era saber informações precisas sobre os fatos, sem exercitar reflexão sobre eles. Não se verifica uma busca por explicações, pelas razões para os fatos, uma vez que a polissemia é contida e as perguntas tendem para um discurso autoritário. Esse tipo de discurso é característico do discurso pedagógico que Orlandi (2009) elucida como transmissor de informações, no qual o professor é aquele que possui o saber e o aluno aquele que precisa aprender. As informações solicitadas nas questões eram propensas a serem precisas e exatas, próprias da metalinguagem.

De maneira análoga, houve questões em que os traços metalinguísticos eram ainda mais acentuados, isto porque as questões tendiam para respostas identificadas na própria pergunta ou explícitas nas discussões, sendo geralmente respondidas com “Sim” ou “Não”, como se pode ver nos seguintes exemplos:



*Marie Curie ganhou algum Nobel? – Adam – Vídeo 1*  
*O aparelho radioativo não deveria ser devidamente desmontado e jogado fora da maneira certa em vez de ser abandonado no hospital? – Nara – Vídeo 2*  
*A irradiação é um processo que não contamina, mas uma falha no irradiador pode ocasionar uma catástrofe? Já aconteceu aqui no Brasil algum acidente envolvendo? – Luna – Vídeo 3*

No entanto, surgiram ainda outros tipos de questões, em que os alunos solicitavam explicações sobre os acontecimentos:

*Por qual motivo Irene Currie e seu marido receberam o Prêmio Nobel? – Ian – Vídeo 1*  
*Por que a criança foi mais afetada que seu tio Devair, que teve um contato maior com o céσιο? – Dino – Vídeo 2*

Questões como essas demonstram uma busca por mais significados do que as perguntas mencionadas anteriormente. Embora ainda se observe uma pequena regulação dos sentidos, nota-se um retorno discursivo, de forma que não há um sentido único. Percebe-se a necessidade dos estudantes em compreender os acontecimentos, a polissemia é favorecida e o discurso tende para o polêmico. Nesse tipo de discurso, Orlandi (2009) expõe que há um ajuste dos sentidos, no qual há espaço para que os interlocutores possam disputá-los.

#### **5.1.4 Sociais**

Nesta categoria foram agrupadas as perguntas de cunho social, as quais consistiam em questionamentos que envolviam repercussões sociais, questões políticas ou ações que envolveram a população. Embora tenha surgido, após os vídeos, um número considerável de perguntas dessa natureza, nas ideias previamente apresentadas pelos estudantes, apenas a estudante Rubi expôs um comentário de natureza social, quando questionada, na pergunta 7, se seria possível se proteger das radiações, a aluna mencionou avanços que envolvem questões científicas e políticas:

*Acredito que não, pois a radioatividade está presente em vários setores que são necessários a utilização. A nível mundial há uma “corrida” científica e política para o estudo e aprimoramento tanto de aparelhos clínicos, energia nuclear para armamentos de guerra e para abastecer regiões. – Rubi*

Como exposto, entre todos os filmes apresentados, o que mais suscitou perguntas dessa natureza foi o segundo, tendo como justificativa ser um vídeo que retrata um acidente de nível urbano de grande repercussão social. Isto se observa nos questionamentos abaixo:

*Hoje em dia a discriminação é menor?* – Rui – Vídeo 2  
*Ainda hoje pessoas sofrem por essa contaminação do césio 137?* – Lisa – Vídeo 2  
*Quais foram as medidas tomadas para eliminar os efeitos da radiação das pessoas?* – Nick – Vídeo 2

Notamos que os alunos questionaram sobre os problemas sociais decorrentes do acidente radioativo, porém, as perguntas possuem um sentido bastante restrito, de forma que o retorno discursivo é bem limitado, características de um discurso autoritário. Orlandi (2009) destaca que neste tipo de discurso as informações são predeterminadas, logo, não sobra espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e o seu contexto.

Nas perguntas a seguir, também observamos questionamentos a respeito dos problemas sociais gerados pelo acidente, as quais consistiam na busca de compreensão e reflexão dos acontecimentos:

*Porque as vítimas sofriam preconceitos se as mesmas não tinham culpa?* – Ivan – Vídeo 2  
*Porque as vítimas sofriam e sofrem preconceito até hoje?* Bob – Vídeo 2  
*Por que não foi dado à sociedade o tratamento social correto às pessoas e a informação correta para que elas não se sentissem humilhadas?* – Nara – Vídeo 2

Em tais perguntas verificam-se indícios de um discurso polêmico, pois os estudantes demonstraram interesses que vão além dos conceitos, manifestados nos questionamentos por meio da busca por explicações que condiziam ao tratamento dado às vítimas do acidente, os quais representam confronto de sentidos.

De modo geral, os três vídeos suscitaram perguntas que envolviam questões políticas, algumas apresentam uma unicidade de sentidos e retorno bastante limitado, enquanto que outras características discursivas distintas, como se observa a seguir:

*A partir de que acontecimento houve um controle nos estudos e uso de material radioativo pelo governo?* – Rubi – Vídeo 1  
*Houve ressarcimento das mortes por causa do césio 137?* – Lara – Vídeo 2  
*Quais os principais países (que) tem submarino nuclear?* – Rita – Vídeo 3  
*Como Marie e sua filha contribuíram para as influências políticas e sociais da época?* – Ivo – Filme 1  
*Como o Governo Federal agiu diante de tragédia?* – Mila – Filme 2  
*Como a legislação brasileira se posiciona a respeito da utilização da radiação?* – Alan – Filme 3

Ao se comparar as perguntas acima, é possível notar que as três primeiras apresentam um questionamento direto, característico do discurso autoritário, uma vez que o emissor se coloca como único responsável pelo discurso, suprimindo a participação do receptor. Para as três últimas perguntas, nota-se a retomada dos objetos de conhecimento, em que os alunos buscavam, não apenas informações sobre os acontecimentos, mas refletiam sobre eles. Neste último caso, o discurso tende para o polêmico, uma vez que é possível observar um deslocamento de sentidos e uma abertura para o retorno discursivo.

### 5.1.5. Tecnológicas

As perguntas listadas nesta categoria representam questões envolvendo noções relacionadas à tecnologia, tais como: desempenho de equipamentos, desenvolvimento de sistemas radioativos e implicações do uso da Radioatividade em variados ramos da sociedade em geral.

Ao se analisar as concepções iniciais dos estudantes, observamos que os estudantes associavam as Tecnologias nucleares e suas implicações apenas a equipamentos e aparelhos usados em hospitais e usinas nucleares, como é verificado na pergunta 3, acerca de fenômenos que envolviam Radioatividade, ou na pergunta 8, sobre onde materiais radioativos poderiam ser encontrados:

*Sim. O Sol, outros fenômenos que acontecem no Universo, além de algumas tecnologias que utilizam materiais radioativos, como aparelho de raio-x, ressonância, tomografia computadorizado. – Ivo – Pergunta 3*

*Em hospitais, aparelhos tecnológicos que utilizam materiais radioativos. – Ivo – Pergunta 8*

*Usinas nucleares, hospitais que possuem tratamento de câncer. – Lisa – Pergunta 8*

Após a exibição dos vídeos, observamos a exposição de questões de natureza instrumental, porém com enfoques mais específicos:

*Qual o aparelho inventado por Marie Curie para determinar os raios provenientes do sal de urânio? – Ivan – Filme 1*

*De que era composto o aparelho de fazer radiografias? – Rita – Filme 2*

*Quais aparelhos são realizados para criação de pedras preciosas? – Rita – Filme 3*

Em cada uma das perguntas expressas anteriormente notamos a presença de um discurso autoritário, já que nos questionamentos há a busca por respostas com pouca ou

nenhuma argumentação, suscitando um retorno direto, não havendo considerações a respeito de suas condições. Orlandi (2009) menciona que, para esse discurso, as definições são mais valorizadas que os fatos, característica que se observa nas questões, uma vez que há uma apreciação por respostas fixas e exatas.

No entanto, também foi possível verificar a ocorrência de questões com indícios de polissemia, como se observa nas falas do estudante Saul, quando pergunta “*De que forma a câmara de ionização e seu funcionamento está inserida no estudo de radioatividade?*”, a partir do vídeo 1, ou na pergunta “*Como funciona o medidor de radioatividade?*”, em relação ao vídeo 2. Verificamos um deslocamento de sentidos, uma vez que o foco das perguntas não está apenas em conhecer os instrumentos, mas como funcionam.

Durante a análise das perguntas, verificou-se que em cada um dos vídeos houve questionamentos envolvendo o manuseio e o funcionamento de equipamentos, entretanto, perguntas sobre a sua aplicabilidade na sociedade só foram evidenciadas no terceiro, que apresentava tal relação. Isso nos permite ponderar a respeito da distância que há entre o que se conhece cientificamente e como esse conhecimento é utilizado na sociedade. A partir do terceiro vídeo, o qual retrata diversas finalidades para o uso da energia nuclear, os estudantes puderam visualizar além dos instrumentos, tomando conhecimento sobre suas finalidades, como se observa nas questões a seguir:

*Como as tecnologias têm contribuído para o avanço da medicina nuclear?* – Ivo

*Como se dá o processo de irradiação dos alimentos? Qual a finalidade desse processo?* – Ian

*Qual o benefício de produzir etanol, a partir da cana, por irradiação?*  
– Ana

*Como ocorre a esterilização através da irradiação?* – Rubi

Uma vez que tais questionamentos foram bem evidentes no terceiro vídeo acreditamos que os métodos e as aplicabilidades concernentes à Radioatividade consistem em realidade um tanto distante do conhecimento dos estudantes. Percebemos claramente nas perguntas traços de polissemia, uma vez que é nítida a busca por esclarecimentos dos processos de produção e das aplicações relacionadas à temática.

### **5.1.6 Saúde**

Como exposto na Tabela 4, a categoria saúde foi a que apresentou uma frequência de perguntas bem semelhante em cada vídeo. Acreditamos que esteja no fato de que aspectos de saúde estão geralmente ligados à temática da Radioatividade, sendo uma relação bastante

controversa e mais comum ao cotidiano. Tal fundamento justifica o fato de surgirem muitos comentários dessa natureza durante a análise dos conhecimentos prévios, quando questionados sobre o que entendiam por radiação (Pergunta 1), os principais efeitos provocados pelas emissões radioativas (Pergunta 4) ou mesmo sobre as aplicações da energia nuclear (Pergunta 11):

*Radiação é algo que pode danificar a saúde porque tem vários elementos tóxicos na composição. – Nero – Pergunta 1*

*Alguns tipos podem provocar mutações no corpo humano, p. ex. As emissões  $\gamma$ , como cânceres e outras doenças. As emissões levam à formação de radicais livres e estes são altamente reativos e podem levar ao mau funcionamento de biomoléculas e até células do nosso organismo. – Ian – Pergunta 4*

*Para produção de energia elétrica e o desenvolvimento de práticas e tratamentos medicinais. – Leo – Pergunta 11*

O que se observa, de antemão, é que a ideia trazida pelos alunos evidencia a exposição à radiação como algo maléfico e prejudicial à saúde, com poucos argumentos sobre as aplicações da energia nuclear na Medicina. Com a exibição dos vídeos, foi possível verificar considerações mais fundamentadas para este tópico, sendo possível encontrar questões sobre tratamentos da medicina, prevenção, efeitos colaterais e aspectos de saúde pública.

A maior parte das perguntas formuladas durante a exibição dos documentários fez referência ao uso da Radioatividade em tratamentos da Medicina. As questões envolviam métodos de tratamento para o câncer, fármacos e exames. Alguns exemplos são apresentados a seguir:

*A radioterapia usada na época de Pierre Curie é a mesma usada na atualidade? – Adam – Vídeo 1*

*O céσιο era destinado para qual tratamento? – Rita – Vídeo 2*

*Os produtos que as pessoas tomam para poderem ser feitos os exames são à base de que elementos? – Nara – Vídeo 3*

Para esse grupo de perguntas, verificamos características de metalinguagem. Há uma necessidade evidente de respostas exatas e a possibilidade de intervenção por parte do interlocutor é bastante limitada. Embora se buscasse conhecer sobre os métodos de tratamento e outros tópicos da Medicina, esse conhecimento se resumia apenas em conceitos e definições, característicos do discurso autoritário.

Em contrapartida, surgiram perguntas em que os sentidos produzidos foram múltiplos. Verificou-se um rompimento da metalinguagem e a necessidade por explicações que se ajustassem aos fatos, como se observa nas seguintes questões:

*Por que a exposição a elementos radioativos provoca cansaço e outros problemas no corpo? – Rui – Vídeo 1*

*Esse “pó brilhante” em qualquer quantidade faz mal? E como ele é usado na radioterapia para curar e não para matar? – Luara – Vídeo 2*

*Ao irradiar um alimento ele não se tornará perigoso ao ser humano? Por quê? – Nero – Vídeo 3*

Notamos que os estudantes buscavam esclarecimentos e fundamentações a respeito dos fatos e fenômenos. Os estudantes Luara e Nero iniciaram seus discursos buscando respostas diretas e de sentido único, mas complementaram suas falas com indagações que abriam espaço para um retorno discursivo com múltiplos sentidos. Dessa forma, foi possível identificar um deslocamento do discurso autoritário para um discurso que tende ao polêmico. De acordo com Orlandi (2009), para interferir no caráter autoritário do discurso é preciso atingir seus efeitos de sentido, de forma que os alunos venham a discordar do que é apresentado, como é verificado nas perguntas dos alunos.

### 5.1.7 Ambientais

De modo geral, esta foi a categoria com menor número de perguntas. Mesmo durante a exposição dos conhecimentos prévios, verificaram-se poucos comentários de cunho ambiental e todos referentes aos efeitos provocados pelas emissões radioativas (Pergunta 4):

*Efeitos com poluição do ar, doenças cancerígenas, cegueira, dentre outros. – Jade*

*Causam doenças em seres, além de deixar o solo pobre em fertilidade. – Luna*

*Na maioria das vezes problemas ambientais e doenças que atingem os animais e os seres humanos. – Eva*

Associado a isso, os três vídeos expressavam pouca ênfase ambiental e as perguntas elaboradas pelos estudantes, após a exibição dos documentários, consistiram, sobretudo, em questões sobre os riscos de contaminação ambiental:

*Não tem perigo enterrar materiais radioativos no solo e ter contaminação neles ou nos lençóis? – Lia – Vídeo 2*

*Quais foram os impactos sociais e ambientais provocados pela tragédia da exposição do Césio 137? – Eva – Vídeo 2*

*Os lixos radioativos enterrados não podem vir a causar problemas ambientais? – Jade – Vídeo 2*

*De que modo acontece a contaminação do solo? – Luara – Vídeo 2*

*A produção de energia elétrica por meio de usinas nucleares é viável no que diz respeito aos riscos ambientais? – Jade – Vídeo 3*

Notamos que todas as perguntas de cunho ambiental traziam traços metalinguísticos. As questões denotavam pouca ou nenhuma reflexão sobre os acontecimentos ou suas condições de produção, de modo que o retorno discursivo promovido em cada questionamento é bastante reduzido. Assim, é possível considerar que todas as perguntas desta categoria tenderam para o discurso autoritário.

## **5.2 Discussão sobre os vídeos**

A partir do acompanhamento de todas as etapas do curso de extensão, registramos em áudio e vídeo todas as discussões feitas a partir dos vídeos apresentados. Em seguida, essas discussões foram transcritas, de modo que pudéssemos analisar o discurso dos estudantes frente aos diferentes aspectos abordados sobre Radioatividade. As conversas foram orientadas a partir dos questionários (APÊNDICES I, J e K) aplicados após a exibição dos filmes e apoiadas por meio de aulas expositivas. Tais estratégias foram empregadas com o objetivo de orientar a discussão, de modo que procuramos estimular o diálogo, tanto nas perguntas feitas a partir do questionário, como nas colocações dos estudantes, ou mesmo nas convocações aos alunos que permaneciam em silêncio. Os resultados para a análise de dados obtidos mediante as discussões em cada vídeo são apresentados a seguir.

### **5.2.1 A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie**

Conforme dito anteriormente, o primeiro vídeo exibido conta a trajetória da família Curie, a partir do nascimento de Marie até o fim da II Guerra Mundial. A discussão compreendida na exposição da aula e na resolução do questionário, a partir da exibição do vídeo, teve duração de 94 minutos.

Com a finalidade de facilitar a compreensão do texto escrito gerado a partir da transcrição, adaptamos a proposta de Martins *et al.* (2004) a fim de reproduzir o texto oral a partir de formas de pontuação para representar pausas, continuidade da fala, interrupções, entre outros. As interações entre os participantes encontram-se representadas por turnos de fala. Ressaltamos que ao longo da discussão, apresentaremos os fragmentos de transcrição indicando-os por meio dos turnos de fala. Vale lembrar que o nome dos estudantes foi modificado durante a pesquisa a fim de manter anônimas suas identidades. As pesquisadoras

foram identificadas como P1 e P2 durante o registro das falas. A Tabela 5 mostra um fragmento da transcrição.

**Tabela 5** – Fragmento da transcrição das interações ocorridas durante a discussão referente ao vídeo “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”.

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
99	P1	Pois bem... eh... muito bem... questão doze... Que relação há entre os elementos radioativos e as ideias alquimistas primitivas?
100	Leo	A transmutação dos elementos
101	P1	Como é?
102	Leo	A transmutação dos elementos
103	P1	Isso... quais eram as ideias dos alquimistas?
104	Lia	Conseguir obter ouro

A partir da análise desses eventos buscamos verificar os efeitos de sentido produzidos pelos estudantes a partir das estratégias discursivas selecionadas durante as interações estabelecidas nas discussões relativas ao vídeo exibido. Verificamos, entretanto, que durante a análise das discussões, na maior parte do tempo, as falas das pesquisadoras predominavam, o que pode ser justificado pela escolha da aula expositiva dialogada para a apresentação dos conteúdos, especialmente conceituais, da temática tratada. De todo modo, procuramos explorar os discursos dos alunos nessas situações na tentativa de identificar suas características.

Observamos que durante a maior parte das interações, a participação dos alunos resultou em poucas respostas para as colocações apresentadas pelos ministrantes e o padrão discursivo ocorreu da seguinte forma: explicação das pesquisadoras sobre uma temática específica do vídeo, aliadas às perguntas do questionário e indagações dos alunos acerca do assunto. O início do nosso movimento discursivo se deu por meio da primeira pergunta do questionário e, a partir disso, incitamos que os estudantes manifestassem seus pontos de vista, como se observa nos turnos 1 ao 11, da transcrição.

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
1	P1	Então gente... Boa tarde!
2	Turma	Boa tarde!
3	P1	Estão aí todos afiados na história dos Curie? (risos)... Certo... então assim... eu queria que vocês colocassem as questões aí, em cima da carteira pra gente discutir... Então eu quero ouvir a voz de vocês... A gente vai discutir sobre o documentário da/ da terça feira passada... que foi sobre o “Clã Curie”... certo? A saga do prêmio Nobel... E inicialmente a gente vai falar sobre o nascimento... de Marie... Marie... A primeira questão fala, né? Marie Curie nasceu em um contexto histórico decisivo para seu país... Que momento era esse?
4	Ivo	Quando a Polônia estava sob o domínio da Rússia.
5	P1	Polônia estava sob o domínio da Rússia... certo. E:...



		assim, com base no que vocês viram no documentário... com base no que vocês estudaram, né... que algum/ acho que devem ter pesquisado alguma coisa... De que maneira isso influenciou a vida da Marie?... Sentimentalmente... cientificamente... socialmente... Como é que você acha...
6	Mila	Ela se via no papel de fazer a diferença... de tentar fazer a diferença na sociedade onde ela viva né... tentar fazer com que aquilo... aquele domínio, né... que... na época dela acontecia... que ele acabasse... ela tinha que fazer alguma coisa pra mudar aquela situação, aquele contexto.
7	Leo	Seus pais faziam parte da inteligência patriota... também.
8	P1	Isso influenciou bastante, não é?
9	Leo	É.
10	P1	Mais alguém quer comentar alguma coisa?
11	Adam	Ela também queria ser independente né... e lutar para as grandes causas... Isso de independência do/do seu país e depois dela mesma...

No fragmento acima é possível verificar características do discurso pedagógico como um discurso autoritário, em que alunos se encontram em posição distanciada do professor e aceitam seus julgamentos, fixando sua imagem como autoridade (ORLANDI, 2009), especialmente na resposta apresentada pelo aluno Ivo no turno quatro, no qual apresenta, de modo bastante restrito, uma resposta fixa, com retorno discursivo limitado. Porém, o fragmento de descrição exibido também nos permite verificar que nos demais turnos ocorreram interrupções e reversibilidade nos discursos, o que nos indica um deslocamento discursivo que tende ao polêmico.

Após serem instigados a refletirem sobre a questão tratada, a partir do turno seis, os alunos concentraram o discurso na problematização acerca das questões políticas relativas ao contexto histórico da vida de Marie, dessa forma, os estudantes integraram nas falas, suas memórias discursivas. Orlandi (2002) destaca que a memória faz parte da produção do discurso e que é a memória discursiva que torna possível todo o dizer, retornando sob a forma do pré-construído, o já dito que está na base do dizível, sustentando cada tomada da palavra. Tal característica é notadamente evidenciada no turno 11, no qual o aluno Adam expõe em sua fala o desejo de Marie por independência e destaca que esse desejo não era só político, como também da própria Marie. Sua declaração carrega fortes traços de polissemia, de modo que é possível observar uma multiplicidade de sentidos, embora o aluno não explicita a razão pela qual a cientista buscava sua própria independência.

Durante a análise, observamos a ocorrência de falas que apresentavam características de metalinguagem, típico do discurso autoritário, de modo que se valorizavam respostas fixas.

Mesmo que pouco frequentes, geralmente se davam após a colocação de uma pergunta do questionário que envolvia definições, como se percebe nos turnos 42 e 44:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
41	P1	O sonho de estudar, o preconceito que ela tinha, a dificuldade... certo... ahn... pois bem... pergunta cinco... “Quem foi Pierre Curie?”
42	Leo	Um físico de 35 anos que já tinha feito importantes descobertas no campo dos cristais e do magnetismo...
43	P1	[Então Pierre...
44	Leo	[Parece que ele também se tornou bacharel aos 16 anos.
45	P1	Sim... exatamente. Pierre iniciou a graduação aos 16 anos... aos 18 formou-se em ciências físicas e com 19 anos se tornou assistente de seu professor e demonstrador de física nas aulas práticas dos alunos...
46	Rubi	Mas a graduação era menos tempo né?

Porém verificamos que, muitas vezes, essas respostas foram sucedidas por outras considerações, as quais demonstravam deslocamentos de sentido, como é possível notar na fala da estudante Rubi, no turno 46. Quando questiona a duração de um curso de graduação, o faz com base em seu entendimento cotidiano e provoca um deslocamento de sentido no discurso, característico do discurso polêmico. Schnetzler e Santos (2003) considera que a participação em sala de aula é desenvolvida à medida que há uma identidade cultural dos indivíduos com as questões que a eles são postas em discussão. Desse modo, quando os alunos foram instigados a expressar suas opiniões sobre algum ponto específico da temática, foi possível verificar que a sua participação se intensificou, culminando em um maior equilíbrio no domínio de dizeres em sala de aula:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
138	P1	Certo... pessoal... pergunta número 14... por que os Curie não quiseram patentear sua descoberta?
139	Leo	Porque consideravam que suas é... que suas descobertas fundamentais pertenciam a todos.
140	P1	É... não queriam ter o monopólio... eles achavam que o rádio era tão importante que todos podiam ter eh...eh... fazer uso dele, e aí a perguntinha depois... Você concorda? Qual sua opinião a respeito disso? Você acha que eles fizeram uma coisa certa? Você acha que não?
141	Leo	É... naquela/ na concepção deles sim porque não tinham noção do que fazia mal... era uma coisa do bem até então.
142	Lia	Eu a... assim.. ao meu ver foi uma coisa assim surpreendente né, porque na época eles poderiam ter ganho muito dinheiro patenteando né... então... assim... eles deixarem acessível a todos, em vez de só beneficiar a eles mesmos... até a questão mesmo do/ de desenvolver um laboratório, do dinheiro que eles precisavam pras pesquisas... então é bem um dos ideais deles.
143	Rubi	E foi o que tu falou também no começo, que antigamente eles trocavam figurinhas né, a descoberta de um auxiliava o outro... acho também que eles foram por esse caminho.

144	Lara	Seria por ele ser socialista e não capitalista... na época.
145	P1	Frederic Juliot... ele, o esposo de Irene... a gente viu que ele era comunista, então eu acredito que ele... que ele já partiu desses ideais comunistas, já inicialmente.
146	P2	Vocês lembram de um caso atual parecido com isso agora?
147	Rubi	A pílula do câncer

De modo semelhante, observamos situações em que os estudantes faziam interrupções com curiosidades ou exemplos trazidos de outras fontes, além do vídeo exibido, como vemos nos turnos 66 e 191 a seguir. É digno de nota que, nas duas situações, tais enunciações sinalizam o interesse dos alunos por assuntos relacionados à ciência e suas condições de produção.

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
66	Ivan	É... Eu li num livro chamado “Os homens do fim do mundo” que nesse ano houve uma empresa britânica fazia até roupas de alumínio que impediam a passagem dos Raios-X.
191	Rubi	A determinação dessas duas mulheres, né?! De estudar e conseguir, apesar da sociedade toda dizer que não, elas conseguiram dar a volta... Mas eu acho que a pior parte não foi mostrada... naquele lá que foi quando ela foi receber o prêmio, que ela teve um romance, né, disseram que ela teve um romance com outro cientista e chamaram ela de tudo quanto foi de nome pra ela não poder receber uma coisa que... que era um feito dela.

Encerramos o momento de discussão sobre o primeiro vídeo conduzindo os estudantes a se pronunciarem sobre o que mais chamou a atenção deles durante o filme e as respostas consistiram, especialmente, em situações envolvendo aspectos da natureza da ciência, especialmente seus aspectos externalistas, como a vida dos cientistas e as implicações de suas pesquisas para a sociedade. Acreditamos que tais elucidações tenham ocorrido por conta da vertente do vídeo que, como mencionamos, aborda essas questões com frequência. O fragmento de descrição que retrata esse momento é destacado a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
196	Mila	Como os cientistas e seus colaboradores morreram, assim... passaram mal diante da radiação que foi o que eles lutaram tanto pra descobrir, né? A consequência que teve a descoberta científica pra quem tava trabalhando pra ver o tamanho, né, do perigo que era se trabalhar... querendo ou não, por mais importante que seja a descoberta, mas sempre envolve uma consequência.
197	P2	Envolve sacrifícios, né?
198	Lia	Assim... eu acho também a questão da evolução, né, porque através desse... da/ do rádio que ela descobriu que foi desenvolvido os outros coisa artificial e disso até chegar à bomba atômica né... Então, foi uma grande

		evolução praquela época.
199	Leo	A ideia de transmutação também foi muito interessante.
200	P1	A descoberta de novos elementos, né?!
201	P2	Se não fosse tão caro né... a gente fazer ouro... (risos)
202	Ian	Eu acho que, pra mim, o mais importante no... no filme foi os caminhos que a educação pode nos proporcionar né, proporcionou um futuro brilhante, tanto pra Marie, quanto pra filha dela, a Irene, e elas tiveram / a Marie teve um apoio, principalmente do pai dela, né, porque na época era muito difícil os pais apoiarem as meninas a estudar.

Schnetzler e Santos (2003) destacam que a compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade consiste na necessidade de o aluno adquirir conhecimentos básicos para compreender as potencialidades e as limitações do conhecimento científico. Dessa forma, consideramos que, ao apresentarem tais argumentos, os alunos abriram mão da concepção de neutralidade da ciência e apresentaram justificativas que enfatizam a construção da ciência dentro de uma perspectiva sociocultural, sendo esta condicionada por fatores sociais, filosóficos, políticos e culturais.

### 5.2.2 Linha Direta Justiça - Césio 137

De modo semelhante à discussão anterior, nesse momento a conversa teve como base o segundo vídeo exposto, corroborado pela resolução do questionário relacionado e mediante aula expositiva. Vale lembrar que o vídeo “Linha Direta Justiça – Césio 137” relata como aconteceu o acidente com Césio 137 em Goiânia, a partir de uma reportagem do programa “Linha Direta Justiça”.

A discussão teve duração de 78 minutos, sendo também filmada, transcrita e avaliada. Ressaltamos mais uma vez que o texto escrito, gerado a partir da transcrição, segue representado por turnos de fala.

Como ocorrido durante a discussão referente ao vídeo “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, a análise das interações discursivas referentes ao segundo vídeo evidenciou a predominância da fala das pesquisadoras, em virtude da aula expositiva. Estudamos os efeitos de sentido produzidos pelos estudantes e verificamos que, na maior parte das interações, sobressaíram-se características que tendem para um discurso autoritário, especialmente pelos traços de metalinguem. Não obstante a participação dos alunos tenha sido maior, suas interações resultaram em manifestações características de um discurso pedagógico autoritário, uma vez que, na maior parte do tempo, as falas dos estudantes consistiam em respostas fixas, geralmente legitimadas pelas pesquisadoras, ou perguntas que remetiam a um retorno direto,

em busca da comprovação dos seus questionamentos. O fragmento de descrição a seguir ilustra uma sequência desse tipo (turnos 28 – 35 e 50 – 52):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
28	P1	Na segunda questão... eh... pergunta de que é composto o material coletado por Wagner e Roberto... de que era composto esse material?
29	Aldo	O material era feito era de... chumbo com aço
30	Leo	Cloreto de cézio
31	Aldo	O pó que tinha dentro era... o sal.
32	P1	Não, não tô falando do pó, mas tô falando do material em si. O que chamou atenção deles?
33	Aldo	[O chumbo com aço.
34	Alguns	[O material pesado.
35	Aldo	Foi o aço, que era o que eles estavam atrás no ferro velho.
50	Rui	Tem outro material que poderia substituir o chumbo?
51	P2	Eh... nas usinas existe um material à base de cádmio, mas geralmente pra/ pra bloquear né... essa radiação eletromagnética, no caso da gama, é o chumbo, mais indicado, mais eficiente... mas aí, no caso do sulfeto de cádmio, é pra interromper reação em cadeia, tá?
52	Rui	O chumbo é o mais denso?

De acordo com Orlandi (2009), o discurso pedagógico é definido como um discurso autoritário em seu funcionamento, pois se dissimula como transmissor de informações, no qual o professor é o detentor do saber e está na escola para ensinar, enquanto que o aluno é aquele que não sabe e está na escola para aprender. Nesse sentido, verificamos que a maior parte das interações discursivas dessa natureza consistia em ponderações relacionadas a conceitos e definições. Consideramos que isso se deva por conta da necessidade de compreensão de alguns assuntos a fim de relacioná-los com os fenômenos exibidos no vídeo e, assim como Schnetzler e Santos (2003), acreditamos que é a partir dessa aquisição de informações que o cidadão pode participar do debate público e fazer suas escolhas. Entretanto, instigamos que os estudantes apresentassem explicações para essas definições, como se observa na sequência discursiva a seguir (Turnos 36-45):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
36	P1	Isso. Era um material de chumbo que pesava 200 quilos, então eles pensaram... vou quase ficar rico (risos)... vou me dar bem, né... E aí eles pegaram esse material pra vender por conta do peso e por que esse material era feito de chumbo?
37	Jade	Pra proteger né... assim... da radiação e... é isso.
38	Eva	Porque ele retém radiação...
39	Aldo	Tem a ver com o processo de radiação do Urânio ao chumbo que é estável... tem alguma coisa a ver com o processo do material?
40	P1	Você está dizendo que é por conta da transmutação?
41	Aldo	Tô perguntando se tem alguma coisa a ver com o material

		chumbo... é.. ser utilizado para envolver o/o material?
42	P1	Vamos ouvir mais respostas e ai eu te dou... eh... eu te respondo. Por que esse material era de chumbo?
43	Lia	Eu acho que é porque esse elemento impede a radiação... de ser liberada.
44	P2	Por que impede?
45	Ian	Porque o chumbo, ele é um material muito denso, aí acaba impedindo de sair essa radiação, principalmente a/a gama, que é a mais, tem maior poder de penetração.

As falas apresentadas na transcrição evidenciam efeitos de deslocamento do discurso pedagógico autoritário para um discurso polêmico, uma vez que há valorização da reversibilidade na comunicação, de modo que a multiplicidade de sentidos e a voz dos estudantes se sobressaem rompendo a imagem incontestável do professor. Semelhantemente, durante o momento da discussão em que comentamos os pontos culminantes para a ocorrência do acidente, questões sociais e de educação foram colocadas em pauta e, ao expressarem suas opiniões, foi possível evidenciar, na fala dos alunos, aspectos mais evidentes de polissemia (Turnos 20-23):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
20	P1	Eles deviam ter em média... sei lá... uns 20 anos. Será se uma pessoa hoje de 20 anos, de classe baixa, teria esse entendimento? Ou seria muito parecido?
21	Aldo	Teria maior entendimento por causa da informação, internet... Tem muito mais acesso a informação hoje em dia, mas... apesar disso tudo ele seria uma pessoa que tem conhecimento, eh... a informação, na teoria...na prática, ele ver uma... uma peça dessas, ele não teria aquele conhecimento, mas a desconfiança ele teria, até teria mais cuidado e quando ele fosse entrar numa clínica pra pegar um material desse, na hora que ele visse aquilo, até pra ele abrir uma vez o material daquele, ele teria mais cuidado com tanta informação que ele já tem a respeito, né?.
22	P1	Então você acha que, não porque ele estude aquilo na escola, mas porque ele tem mais contato com a com a globalização?
23	Aldo	É... eu acho... assim...mesmo eles sendo pobres, mas por ele ter mais contato hoje em dia com os meios de informação, eles seriam menos leigos do que uma pessoa de 20 anos atrás, que ann, é.. no vídeo até falou... teve Chernobyl que foi pouco tempo e... aconteceu... quer dizer, era pra ter.. a pessoa ter se ligado que um negócio daquele, uma coisa daquela não era normal.

No decorrer da discussão, os alunos expuseram mais considerações de caráter social, especialmente envolvendo assuntos de natureza política. Os estudantes argumentaram acerca de notícias e situações exibidas por meio dos meios de difusão de informação e embasaram seus argumentos com exemplos de situações cotidianas (Turnos 117-128):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
-------	--------------	------

117	P1	Foi o mais recente. Mas, enfim, pessoal, eh... O acidente em Goiânia né, antes da gente falar de Chernobyl, ele poderia ter sido evitado?
118	Vários alunos	Poderia.
119	P1	De que maneira?
120	Rubi	Foi o que aconteceu na minha cidade, recen/ tá com um ano, eu acho. É... ficou um pessoal aí no facebook aí procurando...porque lá tem um hospital.. tem vários, né, mas esse específico, lá tava abandonado e... eu acho que alguém passando em frente viu que as portas estavam rompidas, né, num/ na manhã e aí foi o maior alarde na cidade, o pessoal foram atrás em São Luis pra ver lá que um aparelho tava todo rompido e tavam com medo de acontecer isso. Aí depois que veio, o cara lá que é o técnico, né pra olhar o aparelho e saber do aparelho e viu que nenhum não tinha é...material radioativo, mas quase todo, acho que 90% das cidades do interior do Brasil que tem esse tipo de clínica, tem... trata assim, normal, abandona, deixa lá e fica por isso mesmo. É tanto que quando eu tava pesquisando, tem uma pergunta aí: “O que foi que aconteceu com os donos do é... do prédio antigo?” Não aconteceu nada, porque simplesmente pagaram, as penas deles foram revestidas pra... serviços comunitários, né?! Então, fica assim... à sorte.
121	P1	A gente fica revoltada.
122	Rubi	A gente fica assim, à sorte. Se foi, foi. Se não foi...
123	P1	Mas, tudo bem. Você falou sobre cidades do interior, e cidades, como cidades grandes? São Paulo... Rio de Janeiro...
124	Rubi	Eu acho que é a mesma coisa, que num estado do Brasil, é a mesma coisa hoje em dia. Pode fazer o que quiser que, com gente grande não acontece nada, né?
125	Aldo	Eu acho, eh... a pergunta que tu falou, se poderia ser evitada, né? Porque, o que aconteceu, eu acho assim... como ela falou, os órgãos públicos, eles... eles deixam muito a desejar na questão de fiscalização né, e principalmente na época, era muito ainda, eles não tinham muito essa tendência de fiscalizar. Hoje em dia, tem mais essa preocupação. E a falta de informação mesmo, como a professora falou: “Informação é diferente de conhecimento científico”, então podia até ter a informação né, o conhecimento que aquilo ali, aquele equipamento poderia ser radioativo, segundo aquele caso lá que foi invadido o laboratório, levaram a peça, o cara sem entender, podia saber, podia não saber o que era, podia ser uma pessoa que era experiente e conhecer que não era radioativo e também poderia ser outro que não tinha... sabia que era uma coisa que podia valer alguma coisa. Eu acho, assim... colocar tanto a parte de informação quanto a deficiência pública, dos órgãos públicos mesmo de fiscalizar, de manter o controle, de... é... saber que uma empresa daquela não poderia deixar a clínica abandonada a mercê de qualquer coisa... tem que responsabilizar e não foi responsabilizada... eu acho que é por aí.
126	P1	[...]então vocês acham que poderia ser evitado, se houver uma fiscalização de políticas públicas, digamos assim...
127	Lia	Sim... Até mesmo se a população tiver conhecimento sobre isso né, porque o pessoal não sabe nem o que é radioatividade, nem sabe o que é isso, é muito pouco falado.
128	Rubi	Mas, acho que não é obrigação nem da população, a obrigação é do governo, dos órgãos, fiscalizar. O problema é que a população foi lá, o problema foi a partir disso, mas a causa maior foi do governo mesmo que negligenciou essa parte aí.

O trecho exibido nos permite identificar aspectos que configuram uma ruptura do discurso pedagógico autoritário, visto que, não apenas se evidenciou a reversibilidade no embate, como se sobressaiu a voz dos estudantes no discurso. Schnetzler e Santos (2003) apontam que o ensino de Química precisa ser centrado na interrelação de dois componentes básicos: a informação química e o contexto social, uma vez que para que o cidadão atue na sociedade, é necessário não só a compreensão da química, mas da sociedade em que está inserido. Ao relacionar o conteúdo estudado com questões comuns à sociedade, o aluno é capaz de refletir e ir além de definições rígidas e encadeamentos automatizados, apresentando um discurso que tende ao polêmico.

Analogamente, a análise das interações discursivas pertinentes ao segundo vídeo nos permitiu verificar manifestações discursivas sobre saúde. Tais interações se devem por conta do caráter do vídeo, que expõe claramente aspectos dessa natureza, e evidenciam a influência das condições de produção para a ocorrência dos discursos. Entretanto, observamos que a maior participação dos alunos, nesses casos, se resumia a perguntas mais restritas, típicas do discurso autoritário, pois se destacava os espaços da metalinguagem ocupados no discurso pedagógico, em que se valoriza o sentido único e legitimado pela escola (ORLANDI, 2009).

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
103	Rubi	A mãe dela? Como que tá a saúde dela? Ela teve câncer, teve?
111	Ivo	Ei P1, tu sabe me dizer se teve... é... durante esse período, alguma má formação de fetos, porque a radiação pode causar problemas.
113	Rubi	Essas roupas que esses técnicos usam isolam também o corpo deles?

Nas elocuições destacadas, é possível evidenciar deslocamento de sentidos com características de polissemia apenas na fala do estudante Ivo, ao justificar o motivo de sua pergunta. Nas falas da estudante Rubi, a polissemia é contida, os questionamentos são mais limitados e se ressalta a transmissão de informações.

### 5.2.3 TV Senado - Tecnologias Nucleares

O último vídeo exibido, “TV Senado – Tecnologias Nucleares”, apresenta, por meio de uma reportagem jornalística, diversas aplicações da Radioatividade em diferentes âmbitos da sociedade. A discussão referente a esse vídeo teve duração de 70 minutos, sendo também guiada a partir de um questionário relacionado e mediante aula expositiva. Assim como as demais discussões, esta foi registrada em áudio e vídeo, transcrita e avaliada.

Assim como nas discussões anteriores, a fala das pesquisadoras predominou durante as interações discursivas inerentes ao terceiro vídeo, que também compreendeu aula expositiva



e, de um modo geral, a participação dos estudantes se deu em função de interrupções, especialmente com respostas concernentes às perguntas do questionário. Ao estudarmos os efeitos de sentido produzidos pelos estudantes verificamos traços de polissemia na maior parte das interações discursivas, os quais contemplaram diferentes assuntos relacionados à temática. A título de exemplo, destacamos o fragmento do início da discussão, em que perguntamos aos estudantes o que mais acharam interessante sobre o vídeo (Turnos 2-4):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
2	P1	E o que vocês acharam mais interessante, fora o frango?
3	Saul	Eu achei mais interessante essa questão da alimentação, né? A gente ver que tá envolvido diretamente com essa questão de/da conservação dos alimentos e da esterilização também. Me chamou atenção mais essa parte.
4	Lia	Também assim né... a questão de tá ajudando a combater o câncer também porque a própria radiação, a própria radioatividade causa/ pode causar, mas ao mesmo tempo ela pode combater, né?

Neste exemplo, e em outras situações semelhantes, foi possível verificar que a voz dos estudantes esteve relevante na disputa comunicativa, de forma que houve um efeito de deslocamento do discurso pedagógico autoritário, dando lugar à um discurso polêmico. Entretanto, evidenciamos enunciados com ênfase na metalinguagem, especialmente em questões envolvendo conceitos e definições, como se observa nos turnos a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
84	Lara	Essa radiação, ela possui uma massa?
90	Leo	Ele é radioativo?
92	Ivo	Mas a quantidade de carbono-14 inicial seria quanto?

Nas falas acima é possível notar a requisição de definições pelos estudantes, demonstrando a procura por um conhecimento verdadeiro, o qual, em sua memória discursiva, só poderia ser fornecido pelo professor. Tais características contemplam o discurso autoritário que, segundo Orlandi (2009), apresenta o locutor assumindo uma posição exclusiva no discurso. A autora sugere que, para promover uma mudança de sentidos, de modo a interferir no caráter autoritário do discurso pedagógico, é necessário torná-lo um discurso polêmico. Para isso, o aluno precisaria desempenhar sua capacidade de discordância, de modo a construir-se como autor na dinâmica da interlocução. Citando caso análogo, apresentamos o fragmento de descrição a seguir, em que os estudantes discutem sobre a utilização da energia nuclear em detrimento de outras fontes de energia (Turnos 36-41):

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
36	P1	[...]Vocês acham que... que é necessário, que é uma boa

		utilização permanecer, utilizar essa energia gerada por reação química ou não?
37	Ivo	Eu acho que poderia explorar outros tipos de/ de... produção de energia, porque no Brasil você pode escolher: energia solar, energia eólica, energia é... das marés... enfim... várias e aí, você vai escolher a mais barata, claro, mas a mais barata nem sempre tem o mesmo custo a longo prazo, mas eu acho que... que não seria melhor opção (risos).
38	P1	Sem contar, também, que essas energias, embora sejam mais acessíveis, mas elas também são caras, apesar de tudo, né... mas, o que mais?
39	Lia	Assim... é complicado porque são recursos naturais só que não são recursos que possam assim...durar pra sempre, né, então assim, no caso, eu acredito que... não tenho nada contra investir em energia nuclear porque não vai dar pra fazer um dano tão grande pro meio ambiente como se faria numa hidroelétrica, numa hidroelétrica, né, que você vai ter que construir barragens e tudo, que também pode ter seus riscos, né, rompimento, eólica também tem seu lado ruim e, assim, também poderia investir na questão da energia solar né, só que acham que é muito caro os equipamentos, mas que seria uma alternativa, né, pra não ter que colocar as nucleares.
40	P1	Tem a questão do Urânio, também, que não deixa de ser um recurso, né, já que há uma quantidade boa de urânio na região, então por que não usar?
41	Mila	E a verdade é que causa medo né, querendo ou não, o desconhecimento, o fato das pessoas não terem né, esse conhecimento sobre energia nuclear, quando se fala em energia nuclear, a pessoa já tem aquele receio, né, por falta de informação e tudo. Faz medo! A gente que conhece já, tá estudando e tudo ainda fica receoso, imagina quem nunca... só ouve falar mais dos contras, os prós nem tanto, aí fica complicado. A falta de conhecimento sobre o assunto que causa, de certa forma, um preconceito.

De modo similar, a seguir apontamos um embate a respeito do processo do processo de irradiação, que consistiu em um dos pontos mais debatidos durante a discussão. Foi possível identificar, na interação discursiva, que os estudantes embasaram suas perguntas mediante justificativas, que consistiam em informações de pesquisas, ou em suas próprias memórias discursivas:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
65	P1	[...] De que maneira a tecnologia nuclear beneficia a agricultura?
66	Lia	Assim, o que eu vi foi que... eh... em alguns lugares, tá tendo muita irradiação em plantação de arroz, né, porque vai alterar a estrutura da planta, fazendo que ela tenha raízes mais profundas e mais grossas pra que elas pudessem pegar mais facilmente a água do solo né, também tem isso.
67	P1	[...] Não há problemas né, não vai haver problema porque/ é aquela história que eu expliquei na aula passada, há uma

		diferença de contaminação pra irradiação. Ele é irradiado... eh... consegue o propósito, mas aquela fonte radioativa não vai se encontrar no alimento ou no corpo da pessoa, certo, então não vai haver problema nenhum, pelo contrário, vai trabalhar na retirada de microrganismo. Inclusive, em alguns países, eles só aceitam a exportação de materiais alimentares, se ele passar pelo processo de irradiação.
68	Saul	Mas todos eles tem que ter identificação né? Justamente porque o consumidor não percebe...
70	Leo	Ei, mas, tipo assim, eh... irradiar um material, tipo um alimento, aí pronto... acabou, matou os microrganismos, aí beleza, acabou a radiação naquele tempo. É assim, é? Porque eu acho que tem um tempo pra sair ou não?

Nesse sentido, foi possível verificar que os estudantes demonstraram interesse em relação à temática abordada. Percebemos também a ocorrência de reversibilidade no discurso, a ponto de se tornar relevante a pluralidade de sentidos e considerar a voz dos estudantes, caracterizada a partir da disputa pelo referente, típica de um discurso que tende para o polêmico.

#### 5.2.4 Considerações gerais sobre as discussões dos vídeos

Após a análise geral, pudemos evidenciar pontos em comum e pontos específicos aos três momentos de discussão. Verificamos que, em cada momento de interação discursiva, as falas das pesquisadoras predominaram, fato justificado pela organização das discussões, para as quais foram escolhidas as abordagens de aula expositiva e resolução de questionário.

Em todos os momentos destinados à discussão foi também possível identificar incidências de metalinguagem, uma vez que haviam buscas por conceitos e definições, configurando tendências ao discurso pedagógico autoritário que, segundo Orlandi (2009) constitui uma memória na qual professor e alunos se inscrevem para produzir sentidos que se significam enquanto professores e alunos. Dessa forma, a discussão referente ao segundo vídeo foi a que mais evidenciou enunciados dessa natureza.

Entretanto, os momentos discursivos referentes ao primeiro e ao terceiro vídeo apresentaram tendências menos frequentes ao discurso autoritário, havendo maior ocorrência de declarações com traços de polissemia, possibilitando multiplicidade de sentidos durante a maior parte das interações discursivas. Identificamos, ainda, significativa frequência em que ocorreu reversibilidade, o que caracteriza um tipo de discurso que tende para o polêmico (ORLANDI, 2009).

Também foi possível verificar que a natureza dos vídeos foi preponderante para os tipos de discursos produzidos, uma vez que aspectos de natureza da ciência foram claramente

evidenciados na primeira discussão, por estarem relacionados a um vídeo repleto de situações dessa natureza; enquanto que, na segunda discussão se destacaram aspectos de cunho social e de saúde, uma vez que a discussão se baseou na exibição de um vídeo que retrata de maneira enfática esses dois campos; além de colocações sobre o processo de irradiação, que foram bastante evidentes durante a terceira discussão, uma vez que foi corroborada por um vídeo que exibia aplicações e utilidades da Radioatividade. De modo semelhante, a natureza das perguntas do questionário também determinou o tipo de discurso enunciado. Segundo os pressupostos da análise de discurso francesa, as condições de produção mantêm uma relação necessária com a linguagem, constituindo com ela o sentido do texto (ORLANDI, 2002)

Vale destacar que em todos os momentos houve enunciações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, bem como manifestações de curiosidades trazidas por eles, o que vai ao encontro das palavras de Orlandi (2002) ao se referir à formação discursiva. A autora afirma que o sentido não existe em si, mas é determinado pelas posições ideológicas colocadas em jogo no processo sócio-histórico em que as palavras são produzidas.

### **5.3 Roleplay**

Após a exibição e discussão dos vídeos, acompanhamos os encaminhamentos para a tomada de decisão acerca da instalação de uma usina nuclear em uma cidade fictícia, por meio da proposta de atribuição de papéis (*Roleplay*). Dessa forma, os estudantes apresentaram suas ideias e sugestões e argumentaram sobre seus pontos de vista a partir das condições que lhes eram propostas. Schnetzler e Santos (2003) defendem que, ao se levar em conta as ideias dos alunos, oferecendo-lhes condições de criar soluções para problemas propostos, é possível propiciar a sua participação no processo educacional em direção à construção de sua cidadania, uma vez que, dessa forma, haverá uma identificação cultural.

A atividade teve duração de 102 minutos e as interações discursivas durante a aplicação da proposta foram registradas em áudio e vídeo e, em seguida, transcritas, a fim de que pudéssemos analisar o discurso dos estudantes frente ao debate. Os resultados para a análise de dados obtidos mediante a execução do *Roleplay* são apresentados a seguir.

#### **5.3.1 Apresentação das equipes**

Como mencionado anteriormente, os estudantes foram organizados em cinco equipes com diferentes posições a respeito da implantação da usina, sendo estes: *associação de*

vítimas afetadas por acidente anterior na cidade, *representantes comunitários* não afetados pelo acidente, *governantes municipais*, *empresários* sócios da usina e *ambientalistas*. Iniciamos o *Roleplay* com a apresentação de cada equipe, e pedimos que expusessem suas posições iniciais a respeito da instalação da usina. Esse momento foi importante para que pudessemos evidenciar o que Orlandi (2002) chama de relação de forças. Segundo essa noção, o lugar a partir do qual fala o sujeito é constitutivo do que ele diz, dessa forma, ao se colocarem em determinadas posições, os alunos podem assumir discursos específicos e relacionados à condição que estão ocupando.

A primeira equipe a se apresentar, foi a que representou a associação de vítimas afetadas pelo antigo acidente. O grupo assumiu papéis de um presidente da associação, parentes de vítimas do acidente radioativo, um membro da associação e uma vítima do acidente. Durante sua apresentação a equipe se manifestou contra a instalação da usina e, inicialmente, os participantes argumentaram sobre o direito à assistência do qual as vítimas precisavam:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
4	Lia	Boa tarde, meu nome é Lia. É... eu sou da associação das vítimas do acidente radioativo do acidente há 50 anos atrás em Radioisópolis, né, e, o nosso grupo, ele é composto por mim, que sou a presidente da associação, pelo Ian, que ele é... é parente de uma das vítimas do acidente, a Lara, membro da associação e o Rui, que é uma das vítimas da época, né. (Risos). Ainda tá vivo, ta bom? (Risos)... Eh... Deixa eu ver.. É... o seguinte: a nossa associação ela tem o propósito de defender, buscar os direitos das vítimas desse acidente e a gente não busca, não visa nenhum tipo de lucro, né. Na verdade, a gente só quer garantir os direitos, às assistências que cada uma dessas vítimas tem e muitos... eh... até hoje não conseguiram, né, porque é... o governo e as outras autoridades não se responsabilizam pelo acidente ocorrido e também garantir... eh... que futuras vítimas, né, devido a essa proposta de implantação da usina possam a vir a ter benefício, né, caso aconteça uma contaminação, né. E... nós somos contra a implantação da usina.

Embora a aluna tenha se posicionado, ao final de sua fala, de maneira enfática contra a instalação da usina, ela expõe argumentos que demonstram uma preocupação que permeia o uso da energia nuclear: a possibilidade de um acidente. Tomando o conceito de dito em oposição ao não-dito, (ORLANDI 2002), consideramos que, para não dizer estar preocupada, a estudante solicita a garantia dos direitos de possíveis novas vítimas. A estudante também descreve a finalidade da instituição representada e faz uso do mecanismo de antecipação ao destacar a irresponsabilidade do governo e autoridades quanto às vítimas (ORLANDI, 2002). Ao fazer isso, consideramos que a aluna prevê uma defesa por parte da equipe dos

governantes e se antecipa, dirigindo assim seu discurso, visando possíveis efeitos quanto ao outro grupo.

A segunda equipe a se apresentar desempenhou o papel de representantes comunitários da população não afetada pelo acidente anterior. Inicialmente a equipe não apresentou uma posição determinada quanto à implantação da usina:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
13	Rubi	Então... a gente tá aqui pra representar a comunidade, pra ser porta-voz, pra depois transmitir o que/ qual quais são os conceitos da comunidade em relação à implantação da usina. Até agora a gente debateu que, dependendo de como vai ser levado, a gente colocou em pauta algumas é... coisas que a gente quer que seja acatado pra que a usina seja implantada. Se for concor... se concordarem com as nossas/ com o que a gente pede, né, com as nossas propostas... aí a gente vai ser a favor da implantação.
14	P1	Então vocês estão neutros por enquanto?
15	Rubi	Sim. A gente tá esperando ver qual é as propostas que vai ter de um lado pra... depois resolver.

Apesar de não se posicionarem previamente a respeito da instalação da usina, a equipe, por meio da estudante Rubi, aponta que só estarão de acordo caso suas propostas venham a ser acatadas, o que se caracteriza em um discurso que tende ao polêmico, uma vez que, apesar de apresentar certa dominância no discurso, a estudante permite uma abertura para a contestação.

A equipe seguinte a se apresentar foram os governantes municipais, que se apresentaram a princípio como favoráveis à implantação:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
17	Eva	Boa tarde, nós somos os governantes de Radioisópolis e, assim como nosso intuito é trazer melhorias para cidade, crescimento. Nós sabemos que a construção dessa usina vai trazer esse crescimento, na educação, na economia. Isso que nós queremos. Nós somos a favor da construção dessa usina. Nós vamos propor soluções, como falaremos e será debatido aqui. Não vai construir sem ter um estudo. Nós como governantes devemos estudar os impactos... sociais, ambientais... Nós estudamos e temos soluções pra cada problema. Eu espero que essas soluções vocês venham aceita-las.

É possível observar que, ao declarar sua posição inicial a respeito da implantação da usina, a estudante expõe argumentos que justificam sua posição favorável, levando em consideração aspectos econômicos, sociais e ambientais. A estudante busca convencer as demais equipes, por meio de seus argumentos, mas abre espaço para objeções, o que caracteriza o discurso como tendendo ao polêmico. Entretanto, em fala posterior (Turno 23), a

aluna apresenta um enunciado um pouco mais restrito quanto ao retorno discursivo, com maior exercício de dominação pela palavra, exibindo um discurso mais característico do autoritário, como se observa a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
23	Eva	E como governante, tem que respeitar porque nós só estamos aqui porque foi vocês que colocaram a gente aqui... Ou então vocês fazem um impeachment pra tirar a gente, né.

A apresentação se sucedeu com as falas da equipe que interpretou os empresários sócios da usina. O grupo se identificou como um presidente, dois vice-presidentes, um responsável técnico com doutorado em Energia Nuclear e um diretor financeiro. O grupo declarou, como era de se esperar, ser favorável à implantação da usina nuclear:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
25	Adam	Primeiramente, boa tarde pra todos. Estamos fazendo parte da equipe dos empresários. Primeiramente, pra dizer que nós não viemos aqui pra trazer medo à cidade, nós viemos aqui pra trazer o desenvolvimento da cidade, que é importante, através dessa usina nuclear, trazer uma energia, acabar com esse negócio de apagão que tem em muitas cidades. (Risos.) Primeiramente sou Adam, presidente. Lembrando que nossa empresa é composta por um presidente, dois vice-presidentes e a presidência rotativa, de dois em dois anos. A Luara e a Mila são as vice-presidentes, o Leo é o nosso responsável técnico, nosso doutor em engenharia nuclear e a Luna é nossa diretora financeira. Nós somos totalmente a favor da usina e vamos falar sobre isso.

É possível observar que, no início da fala, a equipe, por meio do estudante Adam, declarou que não vieram trazer medo à população. Acreditamos que tal pronunciamento expressa indiretamente uma relação com acidentes e contaminações decorrentes da energia nuclear. Por meio do dito em oposição ao não-dito, o estudante expõe a remissão à possibilidade de acidentes, também expressa na memória discursiva do destinatário, especialmente às vítimas. A equipe apresentou argumentos iniciais de cunho econômico e tecnológico para embasar sua posição favorável à respeito da implantação da usina nuclear, deixando espaço para o embate, o que nos permite identificar o discurso como tendendo para o polêmico.

A última equipe a se apresentar foram os ambientalistas. A equipe apresentou cada integrante da equipe que consistia em dois engenheiros agrônomos, uma química, com

doutorado em Engenharia Nuclear e um engenheiro florestal. A equipe se manifestou contra a implantação da usina nuclear, como se observa a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
27	Ivo	Boa tarde, nós somos os ambientalistas, eh... meu nome é Ivo e eu sou o engenheiro agrônomo e trabalho com os benefícios de conservação de alimentos e produtos de origens animais e vegetais.
28	Dino	Eh... meu nome é Dino, também sou engenheiro agrônomo, eh... e procuro eh... diante do nosso grupo sempre ir atrás de soluções benéficas à população, meio ambiente, pra evitar certos impactos.
29	Ana	Sou química e doutora em engenharia nuclear. E eu vim aqui exatamente pra mostrar que a cidade não tem estrutura ainda pra receber uma usina dessas, exatamente por supervisionar o uso de materiais radioativos em usinas nucleares.
30	Ivan	Sou o Ítalo, sou engenheiro florestal, responsável por cuidar dos resíduos das florestas e... nós somos contra. nós somos contra a implantação da usina nuclear, por causa dos malefícios. Tende a trazer mais malefícios, do que benefícios pra população.

Como ambientalistas, para apresentar uma posição contrária à implantação da usina nuclear, os estudantes embasaram suas justificativas por meio de questões ligadas a possíveis impactos ambientais decorrentes da instalação. A estudante Ana destacou que a cidade não possuía estrutura pra receber a usina, mas não destacou os motivos para isso, o que nos leva a considerar seu discurso tendendo ao autoritário. Semelhantemente, o estudante Ivan apontou que a causa para a não implantação eram os malefícios e que estes são maiores do que os benefícios, entretanto, não expôs a natureza desses danos.

### 5.3.2 Argumentação sobre as decisões iniciais

Após as apresentações, cada equipe teve um tempo de 20 minutos para expor argumentos sobre suas posições apresentadas na etapa anterior. Verificamos nessa etapa a predominância de um discurso que tende para o polêmico, o qual é característico do debate, uma vez que, nesse tipo de conversa, embora haja certo nível de persuasão por parte dos interlocutores, há espaço para o confronto de ideias. Percebemos, nesse momento, a valorização da reversibilidade e a ocorrência de múltiplos sentidos nas interações discursivas.

A primeira equipe a se apresentar foi a associação das vítimas afetadas pelo acidente radioativo, a qual baseou seus argumentos especialmente nos riscos de acidentes e contaminação provenientes da instalação da usina:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
36	Lia	É... assim... nós da associação das vítimas, nós temos,



		assim, a noção de que a implantação dessa usina, ela pra muitos, superficialmente, você analisando, vai trazer muitos benefícios pra população, como um todo, né. É uma energia sustentável, limpa, não vai afetar o meio ambiente, porém, se a gente for levar pro lado de que há 50 anos atrás uma... uma contaminação radioativa proveniente de um erro dentro de um hospital ocasionou 365 vítimas e 8 mortes, numa proporção pequena, imagine - - num hospital - - imagine uma proporção em uma usina nuclear. Qual que seria, né? Poderia ter muito mais vítimas, o ambiente poderia num tá, nem ser habitável. Então, assim... E até quando? Quem garantiria pra gente que há segurança, né? Porque os os erros em todas as os tipos de acidentes nucleares, sempre é humano, né, sempre a falha é humana.
39	Rui	Eu me lembrei aqui da... do acidente. Realmente uma usina nuclear, como... é... pela questão, né, se houver um erro, né, que ninguém pode garantir, mas quando há um erro né, as... as consequências são desastrosas, né, então pode trazer muito impacto em alguma coisa... é... ambiental, mas as pessoas e isso a longo prazo, né. Então é... isso traz muita consequência tanto pro corpo humano, como psicologicamente. Não é legal.
40	Lia	E também, assim...é... entre essas usinas, sempre há um resíduo, né, um lixo depois dessas fissões, né. E, assim, é muito difícil o descarte, né, o manuseio desses resíduos. Assim, qual que é a garantia de que isso num pode haver uma contaminação? [...]
41	Lara	Acho que a gente/ o que a gente quer é uma energia 100% segura. A nuclear não é 100%, né. Sempre vai ter risco de acidente, de alguma coisa, já a eólica, a solar, é 100%. Que que esse tipo de energia pode fazer? Nada! Só se uma hélice quebrar e cair em cima da cabeça de alguém (Risos), mas, enfim, 100% de energia segura é todas, menos a nuclear. Só isso que eu tenho a dizer.

Como dito anteriormente, por se tratar de um debate é comum que as interações discursivas inclinem-se para a polissemia, tendendo ao discurso polêmico, uma vez que neste o referente é disputado pelos interlocutores, e estes se mantêm em presença, numa relação tensa de disputa pelos sentidos (ORLANDI, 2002). É possível observar tais características nas falas de Lia, que argumentou também sobre alguns benefícios da instalação; ou na de Rui, que destacou também questões sociais e ambientais. Entretanto, ao expor seus argumentos, a estudante Lara apresentou um discurso mais restrito, de modo que não permitiu mediações ou ponderações, pois, ao usar as expressões “sempre”, “nada” ou “todas”, a estudante impôs na sua fala verdades inquestionáveis, o que permite categorizar seu discurso como autoritário.

Além de questões envolvendo riscos, a equipe também destacou a necessidade de um apoio das autoridades competentes quanto às vítimas do acidente anterior e as prováveis vítimas, caso um novo acidente aconteça:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
40	Lia	[...] Então, a gente busca isso daí, busca fórmulas de que realmente eles mostrem pra gente de que realmente é forma de garantia de que não haverá novamente isso, e que os governantes também possam garantir que futuras/ que caso isso ocorra, essas vítimas sejam asseguradas mesmo, tanto questão financeira, como questão... eh...de segurança, de médico, tudo.

Neste fragmento, é possível identificar tendências a um discurso autoritário, uma vez que a estudante requisita certezas e comprovações por parte dos governantes quanto ao amparo às vítimas. Aliado a isso, a equipe expôs uma solução para a geração de energia na cidade, sugerindo que a energia nuclear seja substituída por outras fontes renováveis.

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
36	Lia	[...]Assim, eu acho na/ que aqui na nossa cidade, nós teríamos outras formas de adquirir uma energia limpa a..sem ser a energia nuclear, como a gente se encontra numa cidade que tem praias, né, muito verde, né, então assim... eu acho, né que seria mais vantajoso para todos que fosse feito uma instalação de energia eólica, né, não uma energia nuclear. No caso, energia nuclear, se fosse uma cidade isolada, não tivesse nenhum meio, nenhum recurso pra poder adquirir energia, né, como a gente possui essa vantagem de ter mesmo, né, então a energia eólica, ela seria muito mais vantajosa, né, sendo que o preço da energia eólica e da nuclear quase se equiparam, né. E sendo que a energia eólica produz muito mais energia.

Embora a estudante tenha procurado persuadir os interlocutores a respeito do seu ponto de vista, ela o fez diferentemente da situação anterior, uma vez que, neste caso, apresentou justificativas e permitiu que houvesse contestação no embate, ao invés de, como no caso anterior, dominar o referente e buscar soluções precisas e infalíveis.

Após a apresentação da equipe representante da associação das vítimas, foi a vez do grupo que atuou como governantes se manifestar. A equipe baseou a maior parte dos seus argumentos pleiteando as razões de utilizar a energia nuclear e, por vezes, contestou as premissas que o grupo anterior colocou, sobre a utilização de fontes renováveis de energia. O fragmento de descrição referente é retratado a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
43	Eva	[...] O porquê da escolha da construção dessa usina em Radioisópolis: porque nela, pela localização, cidade litorânea, porque tem que ser uma cidade perto do mar, né, tem que ser uma cidade que se encontra perto do mar. Outra questão também: É constante esse crescimento em nossa cidade, né, se encontra crescendo, e nós sabemos que quanto mais uma cidade cresce, mais ela precisa de recursos, de energia, porque só cresce se tiver energia/ pra manter, a energia, e o porquê da construção dessa usina?

		Porque ela vai trazer novas empresas pra Radioisópolis, vai... além de trazer essas empresas, vai melhorar, né, a questão da economia porque, trazendo mais essas empresas, vai ter mais empregos, as coisas vão melhorar, vai ter construção de novas faculdades, vai ter profissionais qualificados pra trabalhar nessa/ na indu/ na usina, é por essa questão também.
44	Max	Além de... eh...a... Radioisópolis, ela tem uma fonte muito grande de Urânio, né? Então, prevalece a instalação da usina, em vez da eólica.
45	Eva	Uma fonte riquíssima de Urânio e aí se construirmos a Usina eólica, por exemplo, a questão do clima, não vai ser sempre... a gente sabe que sempre está mudando de clima. Uma vez tem vento, outra vez não tem. Aí não tem como usar a eólica todo o tempo. A solar, que as vezes, pode ter essa questão da chuva, período de chuva, não vai poder usar tanto a energia solar. Agora, a energia... a questão da energia nuclear, ela pode ser usada 24 h. Ela num tem a questão que pode ser usada só em determinado momento, a questão do clima, né. Já a a nuclear, ela pode ser usada 24 horas, ela num tem prazo pra funcionar, pra acabar, ela pode ser usada. [...] E a gente vai construir em Radioisópolis porque ela é riquíssima em Urânio, então a gente tem que aproveitar isso, num é, ela é rica em Urânio.

Nesse caso, os alunos defenderam e também confrontaram o argumento da equipe anterior, para o uso da energia nuclear, com justificativas de cunho ambiental, considerando pontos como a abundância de Urânio no território e questões climáticas favoráveis. Os alunos também expuseram questões econômicas e de educação como razões. Os confrontos resultantes dessa problemática marcaram as interações como características de um discurso que tende para o polêmico. Orlandi (2009) declara que, nesse tipo de discurso, os participantes não se expõem, mas, ao contrário, procuram dominar o seu referente, dando-lhe uma direção, indicando perspectivas particularizantes. De modo semelhante, a equipe dos governantes argumentou sobre outros pontos apresentados pela equipe anterior, os possíveis riscos da instalação da usina e o apoio às vítimas e, com isso, expuseram justificativas na tentativa de defender a instalação da usina:

TURNOS	PARTICIPANTE	FALA
45	Eva	[...]E a questão das vítimas, a gente vai dar o apoio necessário, a gente vai criar instituições que apoiam essas pessoas e vocês falaram que não querem determinado tipo de recursos, né, vocês não querem recursos financeiros, mas depois vocês se contradisseram, queriam que mandassem bolsas, essa questão né, tem essa contradição entre vocês. Vocês falaram uma coisa, depois foram meio contraditórias, mas a gente vai dar apoio a essas pessoas. Eu quero avisar pra vocês que são casos diferentes, foi um acidente num hospital e numa usina, a gente sabe que é raro ter acidentes, né, é raro, é raro ter um acidente. E a gente vai avisar, a gente vai ter sempre essa preocupação. [...]
46	Aldo	[...]E o que a gente propõe, antes de tudo acontecer, que a cidade fosse envolvida, envolvendo como a cidade? Eh... eh... eh... com

		informações, treinamento, no caso, de por acaso de acidente, acontecer um alarme, alguma coisa, então a cidade teria participação nessa/ nesse andamento da construção de uma usina nuclear, ia saber todas as informações que um...um...uma usina nuclear traz vantagens e desvantagens, os riscos e os perigos, entendeu? Pra não acontecer o que aconteceu 50 anos atrás por conta da informação. A desinformação e a falta de a...de...de...de fiscalização governamental. No caso, ficaria também a... a... a população, no caso, a fiscalização seria pessoas também teriam aquele poder de fiscalizar se a usina realmente está conforme a... as normas adequadas, não tá afetando o meio ambiente, se não tá causando mais male, mais dificuldades do que benefícios, entendeu? E, também o atendimento, como ele falou, o atendimento as vítimas, seria o que? Iria criar programas, eh... fundos pra no caso, eh... se no caso acontecer um... uma coisa, um... acidente, teria esse programa de apoio às vítimas desse... do... a... dos acidentes nucleares. É isso que a gente defende.
47	Eva	[...]Ah... e o local da usina, a gente vai procurar um local afastado da cidade, num vai ser no meio da cidade, vai ser um local afastado, por quê? Porque a gente sabe o risco de acidente, né, se caso ocorrer um acidente, vai ser em um local afastado, vão ter pessoas pra se segurar, empresas pra, se isso acontecer, a gente não pode fugir dessa ideia também, tem essa chance né?

Nos argumentos apresentados, a equipe procurou fazer uma negociação com a população e as vítimas, confrontando as alegações por eles colocadas, o que caracteriza polissemia nessas interações, indicando traços de discurso polêmico. É interessante atentar para a fala do estudante Aldo, no turno 46, que pretende justificar a ocorrência do acidente por conta de desinformação e propõe alternativas para sanar esse problema, no caso de instalação da usina. Por fim, os alunos propuseram a participação dos empresários no que diz respeito a cuidados ambientais, como o descarte dos rejeitos radioativos e o tratamento da água utilizada:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
47	Eva	As nossas propostas são que os empresários, eles só vão construir essa usina se eles se comprometerem a construção de locais adequados para o lixo, né, o lixo radioativo, a divisão dos recursos na instalação da empresa, o tratamento da água utilizada que será lançado no mar, que nós sabemos, né, os ambientalistas, os problemas que tem, ambientais, que eles quando vão resfriar lá as caldeiras, né, acho que o nome é esse, né, eles utilizam água do mar, né, depois eles tem que devolver essa água do mar pra algum local e muitos devolvem pro mar, aí eles acabam matando os peixes, o ecossistema lá, e a gente quer que essas empresas se.. se... comprometam com... esse intuito do tratamento dessa água, né. [...]

A fala da estudante Eva caracterizou uma preocupação quanto às questões ambientais resultantes da implantação da usina. Verificou-se que a aluna expôs exemplos e situações para justificar essa preocupação e, embora houvesse uma imposição quanto ao comprometimento

ambiental por parte dos empresários, a estudante deu lugar ao embate, de modo que o discurso tendeu para o polêmico.

A equipe da população não afetada pelo acidente foi a terceira a expor seus argumentos. Ainda neutros quanto à decisão da implantação, a equipe sugeriu algumas propostas a fim de serem resguardados pelas autoridades, caso a usina fosse instalada. Desse modo, o grupo fundamentou suas propostas basicamente em argumentos que reivindicavam garantias de benefícios à população. O trecho da descrição correspondente é exposto a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
51	Rubi	Tem, tem. As propostas que eles, que eles falaram aí, da radiação, da capacitação, né, que vai implant/ que vocês querem implantar no... que vai vir recursos, essa questão aí, pra gente poder sentar e ver qual vai ser a parte destinada pra educação porque vai ter capacitação pras pessoas porque se vai vir uma... uma empresa desse porte pra cidade, nada mais justo que botar, ter uma porcentagem de pessoas que...que tem ser da comunidade pra... pra receber a oportunidade de trabalhar lá e antes disso, tem que ter um... uma capacitação pra isso. E também, a gente queria que tivesse projetos nas escolas, nas... na... pra... na sociedade pra dar conhecimento do que é isso, da radiação, do risco de tudo pra comunidade, pra não acontecer o que foi há 50 anos atrás, né, foi um descaso. Outra... foi... é...que há também... que tem uma coisa que pra gente é primordial, a gente quer que tenha um setor que... a comunidade tenha... tenha plenos poderes pra poder é... falar e ser escutada e poder ver tudo que tá acontecendo dentro é... com relação à empresa...a...a...usina pra gente poder ver se tá tudo certinho, pra fiscalizar e... eu acho que tem que implantar um setor desse... também. Um contrato também, a gente deseja um contrato e que seja totalmente detalhado os direitos da sociedade caso aconteça é...o desastre, pra não ficar igual às vítimas, né, que até hoje não receberam nada, nenhuma assistência, então a gente exige isso aí, um contrato totalmente detalhado em relação a isso daí... Acho que até agora é isso, né.

A estudante iniciou sua fala questionando como as verbas provenientes da usina poderiam ser destinadas à educação e destacou a importância de cursos de capacitação, de modo que pudessem gerar empregos à população. Ao usar a expressão: “*tem que ser da comunidade pra... pra receber a oportunidade de trabalhar lá*”, a estudante explicitou uma preocupação quanto ao desemprego, geralmente acentuado nas comunidades. Orlandi (2002) considera que as condições de produção, em um sentido amplo, incluem o contexto sócio-histórico-ideológico, dessa forma, acreditamos que a colocação da estudante baseie-se em um cenário comum à sua realidade.

É possível identificar também que a aluna exigiu a participação da comunidade nas decisões e fiscalização da usina, assim como solicitou uma garantia de que a população seja legalmente amparada no caso de um possível acidente. Apropriando-se da visão proposta por Orlandi (2002) sobre o dito em oposição ao não dito, consideramos que, ao apresentar tais propostas, a estudante expôs o medo que permeia a sociedade quanto à energia nuclear e seus efeitos.

A próxima equipe a argumentar sobre a possível instalação da usina nuclear foram os empresários. Durante a análise das interações discursivas, verificamos que a maior parte das falas apresentadas pela equipe estava relacionada à segurança da usina e os riscos para a população. Para exemplificar essa ocorrência, selecionamos alguns fragmentos das falas dos alunos participantes, como pode ser observado a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
56	Leo	Olá, vou falar aqui da segurança já que vocês tão...falaram um pouco sobre isso... Eh... na usina... eh... ela está... eh... está incorporando um conjunto de sistema de segurança... O sistema número 1: De resfriamento de emergência do núcleo, visando remover o calor residual do núcleo do reator. Eh...eh...no caso de Chernobyl, teve uma falha humana, assim...eh... o reator... eh... eles desligaram e a energia ficou mínima e o reator superaqueceu. Nesse caso aqui, a reação é... a gente não pode comparar a segurança de Chernobyl com a de hoje. A de hoje tá muito mais evoluída, e nesse caso aqui, o reator, ele será resfriado mais rapidamente, muito mais rapidamente que Chernobyl. 2: O sistema de isolamento de contenção, visando o isolamento das substâncias radioativas no interior do... do envoltório de contenção.
57	Adam	[...] Essa questão dos resíduos, muito importante e defendido aí. São classificados de acordo... os resíduos são classificados de acordo, com baixa atividade, média atividade e alta atividade. Essa questão da baixa atividade são aqueles materiais, as luvas, as roupas, os equipamentos. Quê que acontece... Eles sofrem um processo de descontaminação pra reduzir seu nível de radioatividade, isso é tranquilo, essa questão de luvas, equipamentos utilizados na indústria. Mas, quando chega na questão dos filtros, como que eu falei, os líquidos, eles são tratados, ao invés de irem pro evaporador, eles vão pros filtros. Esses filtros, quê que acontece com eles. Eles são colocados em uma lata de concreto, quê que vai acontecer? Eles vão ser empilhados perto da Usina, num local onde vão ficar toda essa questão de filtro, evaporadores... eles vão ser usados na descontaminação tanto dos líquidos, quanto dos gases. [...]
58	Leo	[...]A gente... a gente já tá planejando isso... Tipo colocar é...o... Representante. Eu, eu mesmo vou tá lá. Vai servir assim, pra gente tá sempre passando é... informação pra população. Eu, como engenheiro posso também, vou ser um dos professores dos... dos cursos, né, que a gente vai abrir pra... orientar a população toda. Esse centro, ele vai, ele vai...como é que eu posso dizer, ele vai... manter sempre a população informada. Tipo, no caso de Chernobyl, é...a... aconteceu um acidente, passou a madrugada toda, é...ninguém sabia de nada e, todo... é... e foi... foram retiradas e não sabia de nada, passou a madrugada toda, a...agora,

		no caso, se houver um acidente, é... no mesmo instante, eles vão, é... vocês vão ser...vocês vão ser... alertados e vai ter toda uma questão de segurança e vão ser retirados com segurança, o mais rápido possível, no caso de um acidente.
59	Adam	É... até porque vai ter essa central... Vai ter uma central no centro da cidade... e lá vai ser feito o local, onde vai ter a capacitação, vai ter nossos técnicos lá também, em caso de acidente, evacuar toda a cidade naquele perímetro delimitado [...]

Durante as falas, é possível perceber que, para persuadir as demais equipes quanto à instalação, o grupo de empresários fez uso de explicações quanto ao funcionamento da usina e comparou a proposta com o acidente ocorrido em Chernobyl, destacando questões de segurança que seriam trabalhadas de maneira diferente. Entretanto, os estudantes não descartaram a possibilidade de acidentes, porém, apresentaram sistemas de evacuação, a fim de apresentarem uma garantia de proteção para os envolvidos. Dessa forma, identificamos, nas falas dos alunos, características de polissemia, pois se configuram aí sentidos que vão além da questão de haver ou não um acidente, mas das providências caso ocorram. Aliado a isso, o grupo apresentou para as demais equipes alguns benefícios advindos da implantação da usina para a cidade:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
57	Adam	[...] A questão do investimento... Todo estado tem a questão do imposto sobre mercadoria e produto, ICMS. Digamos que, nesse transporte do Urânio, nós utilizamos, nós gastamos, por grama, 70 milhões pra transportar, devido a ser um material radioativo, muito caro. Se a alíquota de ICMS está 2%, só o estado... vai ganhar 1,4 milhões por ano, só isso. Importante: Questão de curso. Com certeza nós precisamos de profissionais, por quê? Porque, no Brasil, a engenharia nuclear tem em poucas universidades, vamos precisar de técnicos, vamos precisar de engenheiros, além da galera da cidade. Vai ser criado cursos, primeiramente, cursos de engenharia, técnicos, cursos das universidades federais e das faculdades particulares, tem essa questão. [...]

Para justificar a implantação da usina, o estudante apresentou argumentos de natureza econômica e de educação. Embora o uso de números e percentuais indique certa autenticidade na linguagem, característica de um discurso autoritário, o aluno abriu espaço para reversibilidade em sua fala, indicando um deslocamento de sentidos, nos permitindo considerar o discurso como tendendo ao polêmico.

Além disso, a equipe apresentou pontos relativos à questão ambiental, com reflexões envolvendo a preservação do território no qual a usina seria instalada e a conservação da fauna aquática após o uso da água para movimentar as turbinas:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
55	Adam	[...] Primeiramente a usina, ela vai ser construída em uma área de

		1225 hectares e vamos escolher um lugar em Radioisópolis que, no norte e no leste tenham montanhas e no oeste e no sul vai ter um rio passando. Se não ter como passar esse rio, nós vamos fazer um artificial. [...]
57	Adam	[...]Nisso, a questão do monitoramento, a questão do... falaram da questão da água quente que é jogada. Quê que vai acontecer... Vão ser feitos tanques que, quando essa água vem... porque, olha o que que acontece, essa água quente ela vai diminuir a solubilidade do gás oxigênio na água. O que que vai acontecer... ela vai diminuir a solubilidade do gás oxigênio, os peixes não vai ter oxigênio e vai morrer, ou ela aumenta a quantidade de bactérias que vão provir disso e vão causar também a morte de peixes. O que vamos fazer? Vamos fazer tanques e essa água quente vai cair e até ela chegar à temperatura ambiente... depois que ela chegar à temperatura ambiente, ela vai ser jogada de volta no rio... [...] A questão da água vai ser colocada em tanques até chegar a temperatura ambiente, não vai ser jogada quando chegar, vai ser jogada, pra não prejudicar os animais aquáticos.

Acreditamos que, ao expor tais argumentos, a equipe, por meio da representação do aluno Adam, reagiu ao conflito proposto sobre o tratamento da água utilizada e se antecipou quanto a um possível embate sobre a problemática territorial. A presença dessa reversibilidade nas interações favoreceu a ocorrência de um discurso que tende ao polêmico.

A última equipe a apresentar seus argumentos a respeito da implantação da usina foram os ambientalistas. Ainda contrários à instalação, o grupo baseou seus argumentos em questões ambientais, econômicas e de segurança. Ao apresentar os argumentos de cunho ambiental, o grupo destacou pontos como a poluição e o desmatamento, como se observa nos exemplos a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
61	Ivo	Bom, primeiramente alguns pontos, que começaram falando que a energia nuclear, é uma energia limpa, e... nós sabemos que ela não é uma energia limpa, porque todos os tipos de energia geram gastos e geram resíduos, mas que tenha esse discurso que eles são é... que é uma energia limpa. [...] É... outra coisa seria o descarte dos lixos. Qual seria o lugar que seria descartado esse lixo... eh... radioativo? E... e o... o... senhor empresário também falou sobre... eh... que os governantes, parece que ele falou que os governantes são responsáveis pelo dis....a... união geral, né, são responsáveis pelo... pra descartar, pra se virar com esse material, não é assim, nos sabemos que, segundo a constituição, se vocês geram um resíduo, vocês tem que tratar, se você é um empresário e gera resíduos nucleares, vocês tem que tratar o seu lixo radioativo. Em segundo lugar, no... no... a cidade, nossa cidade... nós podemos investir em outro tipo de energia, que pode ser energia é... eólica e...e... utilizando também a intensidade dos ventos, por ser um... uma cidade litorânea e também a... energia solar que... na nossa cidade, sabemos que é muito quente, a temperatura chega a cerca de 50°C. [...]
62	Ana	Uma questão também, que eles botaram em..em praticamente todos os recursos que a gente poderia usar, eles deram uma justificativa pra um segundo meio, mas, a questão do desmatamento do tanto de hectares que ele falou, é... que vai tirar árvores, que são



		importantíssimas pro meio ambiente, árvores que são muito antigas, que a gente não pode se desfazer... eh... tanto pra agricultura, como a questão ambiental da área que hoje em dia, no Brasil, é muito.. é muito difícil de ter, né, o cuidado com isso, então a gente, a gente, o que a gente defende, a gente não pode e não tem um meio de substituir a importância de certas árvores que vai ser desmatadas por conta da área da...da construção da usina.
66	Ivan	Eu, como engenheiro florestal pensei na pauta que o nosso colega empresário propôs sobre os tanques na parte de filtragem de gás. Bem, sabemos que... esses tanques, como nós, antes de apresentarmos nossa pauta, fazemos estudos, sabemos que esses tanques não seguram 100% os gases e que esses gases, quando fogem, eles são particulares, eles... se condensam nas nuvens, juntam com produtos e formam as chuvas ácidas e destroem florestas e fazem mal pra população, sem falar que somos a favoráveis à...aos... aos argumentos da associação de vítimas, sobre a exploração de energias limpas, energias... favoráveis ao desenvolvimento da população.

É possível identificar nas interações que os estudantes consideram a energia nuclear como poluente e justificaram alegando a formação de gases formadores de chuva ácida e resíduos radioativos. Diante disso, verificamos um deslocamento de sentidos na fala do estudante Ivo, quando, diante da produção de resíduos, questionou sobre onde esses resíduos seriam depositados e como os empresários tratariam esses rejeitos. Além disso, os estudantes sugeriram que outras fontes de energia limpa poderiam ser utilizadas em substituição à energia nuclear e questionaram sobre o desmatamento causado pela instalação da usina. As interações constituem padrões discursivos típicos da ocorrência de polissemia e sugere um discurso que tende para o polêmico.

Outra justificativa apresentada pela equipe a fim de contrariar a implantação da usina apresenta um caráter econômico, em que o grupo expôs que o país não possui condições financeiras para a instalação, ou para arcar com despesas de um possível acidente nuclear. Aliado a isso, o grupo também demonstrou preocupação quanto à segurança que permeia o uso da energia nuclear, relacionando-a também com a questão econômica e social do país:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
63	Ivo	Sempre que a gente vai construir também, a gente faz um estudo, caso haja algum... é... algum acidente, né, e.. como é que vocês vão arcar com essas despesas caso haja algum acidente? [...] E também, nós sabemos que o nosso país também vive uma crise financeira terrível e nosso prejuízo já chega a cerca de 170 bilhões de reais... e... nós também não temos condições de adquirir nesse exato momento esse tipo de energia, e também é... vocês, os, as, os, as pessoas que são mais a favores, são mais a favor disso são os governantes e os empresários. Adivinhemos porquê, né, pelos impostos que serão cobrados e sempre indo pro mesmo bolso e a população não vai ser beneficiada de jeito nenhum.
64	Dino	E, diante do que foi exposto aqui pelos grupos interessados na construção da...da usina, a gente vê que não tem uma preocupação baseada na segurança da...da... da população e também, no que é...

		e também no que pode... é... ser atingido, caso venha aconte...acontecer algum acidente, né...a...o que for atingir à população ou o meio ambiente, eles não estão preocupados com isso porque o próprio... é... empresário já avisou que não é da conta dele é... o descarte do...material é... radioativo, né, dos resíduos radioativos, ele já jogou o problema pra outro órgão, né, que é... todos eles estão interessados na parte financeira e não no próprio desenvolvimento da nossa sociedade, a gente, preocupado com a segurança da sociedade, do meio ambiente, a gente tá aqui contra a...a... construção dessa usina, porque não tem um projeto voltado pra nossa segurança.
--	--	--

Por fim, os alunos demonstraram preocupação ao se referirem aos gastos para repararem despesas em um possível acidente e, expuseram uma situação social de prejuízo à população e enriquecimento das autoridades. Ao expor argumentos dessa natureza, os alunos atribuíram suas justificativas a situações atuais do país, que refletem o contexto em que estão inseridos. Dessa forma, consideramos, que a ideologia é a condição para a constituição dos sentidos, ou seja, o sentido é uma relação determinada do sujeito com a história.

### 5.3.3 Réplica – Contestação aos argumentos iniciais

Posterior à apresentação dos argumentos, cada grupo teve 10 minutos para contestar as outras equipes, ou consolidar suas premissas apresentadas na etapa anterior. Nesse momento, verificamos a ocorrência de polissemia ainda mais acentuada, em virtude do embate e do jogo de ideias entre os grupos, de forma que se manteve evidente a reversibilidade e a ocorrência de múltiplos sentidos nas interações discursivas.

O grupo da associação das vítimas reforçou seus argumentos por meio de considerações sobre segurança para a população e atendimento às vítimas, e mais uma vez o grupo solicitou o uso de outras fontes de energia, em substituição à energia nuclear, o que nos leva a considerar que o fator segurança é o mais determinante para a decisão desta equipe. A seguir, expomos fragmentos da transcrição que exemplificam essas considerações:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
69	Lia	E... nada é seguro, como os governantes falaram. Aaah a usina é muito segura e nada é seguro, porque teve o caso de Chernobyl, que foi há 30 anos atrás, porém altamente segura, cheio disso e daquilo, só que, no entanto, passaram a madrugada, dia e dia e só foi avisar a população dois dias depois. Quem garante que as pessoas dessa usina vão avisar? Né, verdade? Assim, porque muitas vezes, na hora do acidente, as pessoas querem correr, sair de lá, né, e distante, mesmo sendo distante, o o impacto, o... o... o... a extensão vai se propagar muito rápido, né, mesmo tando longe da cidade. É... deixa eu ver o que mais... e, assim, no caso do... do hospital, como eles falaram, não foi um descuido, foi um descaso, foi um descaso na questão do descarte dos resíduos produzidos dentro desse hospital, que foi o caso que ocasionou

		essa contaminação, e o governante já disse que já não se responsabiliza com... os resíduos. E aí? Como que fica a população, né empresários? E, se o governo não se responsabilizar? Né verdade? É um risco aí aberto. Então, assim... na verdade, a gente quer realmente que dêem garantias concretas, sem falhas.
70	Lara	Eu acho que a gente devia era...é...é... fazer uma...uma.. um abaixo-assinado contra essa usina, pra impedir é... desses empresários de fazerem essa usina e gastarem esse dinheiro com energia solar ou eólica.
71	Lia	Assim, a gente pode até trazer o caso do césio, que foi em Goiânia, né. Assim, as vítimas lá, foi um descaso, foi deixado abandonado e tudo, e os órgãos responsáveis também não foram atrás de recolher o material, a população foi contaminada e, sem mesmo nem saber e, até hoje muitos ainda brigam, como a gente, pelos direitos, e, assim... é... de fato, assim... cadê? Cadê esse.. esse... essa... esse direito que vocês tão tão propondo, tão dizendo, esse fundo de ajuda, que vocês tão propondo, né?... Porque assim, não é só a questão da radioatividade, há também fatores sociais, né, psicológicos, né, as vítimas afetadas na época sofreram preconceitos, assim... é... muitos entraram em depressão por parentes que perdeu. [...]Então, assim, a gente busca isso, que a população se conscientize e... e saiba dizer se realmente é favorável ou não, sendo que a gente pode ter outras formas de tá adquirindo essa energia limpa, no caso, energia eólica. A energia eólica, muitos podem dizer “Aah! Tem defeitos, por quê? Porque a energia eólica produz uma poluição sonora e também produz é... poluição visual... mas nem tanto poluição visual... nem tanto. Uma usina nuclear tem muito mais poluição visual que turbinas de eólica né... E a sonora...muito... o Brasil é muito grande né... dá pra se por as...as...turbinas em locais onde não... não tem população... habitação... Então eu acho...assim... tem que se ver muito em relação a isso.
72	Lara	A gente viu aqui que a energia eólica... o...é... os pássaros... eu vi na internet que ela atrapalha o caminho dos pássaros (Risos)... a rota, né...dos pássaros. Mas na verdade, é só isso... não vai matar ninguém. E... na verdade... eu tenho uma opinião aqui... poderia vender esse Urânio pra outros países, né... vender pra... já que é uma mina tão extensa de Urânio né... podia vender.

Ao confrontar os argumentos apresentados pela equipe de governantes, o grupo apresentou comparações e exemplos de outros acidentes, a fim de corroborar suas explicações e promover maior persuasão no discurso. Além disso, também apontaram consequências de níveis sociais, morais e ambientais, o que os levaram a sugerir soluções para a geração de energia, por meio de fontes renováveis; e econômicas, através da venda de Urânio do território. Nesses casos é possível perceber uma disputa de sentidos, que evidencia fortemente uma tendência ao discurso polêmico.

A equipe dos governantes respondeu aos embates, basicamente, por meio de argumentos envolvendo os benefícios da energia nuclear para a cidade e expuseram motivos pelos quais esse tipo de energia se sobressaía às demais:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
-------	--------------	------

75	Aldo	Assim... é... falar sobre a energia limpa né... A energia eólica certo? Aí eu quero perguntar isso... Vocês estão pensando... o tipo de energia... como vocês estão pensando... é só energia gerada... energia elétrica... ou.. ou ...tipo as vantagens que traz a... uma energia nuclear... que as vantagens são vistas... são presenciadas que é... a energia... é... tanto a energia elétrica...pra gerar energia elétrica... como a conservação de alimentos...na área da agricultura... na medicina... no caso... da... da utilização pra radiologia... pra identificar o câncer... na farmacologia... pra produção de medicamentos...pra poder é...é... tratar o câncer... é...a doença... pra atingir as células...Aí... isso que eu quero perguntar... Vocês estão pensando só no...no... na...dificuldade... no malefício que ela vai trazer...a...a... energia nuclear...mas não pensam no benefício que traz uma usina nuclear pra uma cidade... um local... porque, no caso, vai gerar empregos, o progresso... [...]
76	Eva	Pra acrescentar né... Vocês falaram muito da questão da utilização da energia eólica e solar né... Ressalto aqui pra vocês que essas energias dependem de fatores climáticos... dependem da chuva... do sol... né. Já a usina nuclear não depende né. [...] Algo mais também... vamos abrir cursos para a formação da população para trabalhar na usina... A construção da usina já vai gerar empregos para trabalhar na usina nuclear... a gente vai gerar empregos... a gente vai conversar com os empresários pra eles construírem isso né?
78	Eva	Hoje a gente tem a produção de energia na nossa cidade... é a usina termoeletrica né... a gente sabe que ela tem um gasto maior... ela gera mais poluentes na atmosfera... a gente quer trocar essa daí que é mais poluidora, pela usina nuclear, que vai ter as vantagens delas aqui oh: baixa poluição do ar, impacto ambiental menor que a usina termoeletrica, [nós já citamos], grande quantidade de urânio na nossa cidade...- - Nós temos muito Urânio na nossa cidade, a gente quer usar esse recurso que tem em abundância na nossa cidade. - - não depende de fatores climáticos.

Com a finalidade de contrapor argumentos contrários e tornar mais convincente a proposta de instalação da usina, os governantes argumentaram em torno do que foi contrariamente retratado, expuseram outros benefícios oriundos da energia nuclear e apontaram explicações para a ineficiência de outros tipos de energia, como fatores ambientais e econômicos. Orlandi (2009) declara que dizer não é apenas informar, nem comunicar, nem inculcar, é também reconhecer pelo afrontamento ideológico. Nesses casos, é possível notar que é frequente o retorno discursivo às outras equipes, há confronto de sentidos, o que nos permite identificar tendência ao discurso polêmico nas interações discursivas. De modo semelhante, a equipe respondeu aos embates sobre as vítimas e ao desmatamento, problematizado pela equipe dos ambientalistas:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
75	Aldo	[...] A proposta que eu tenho aqui sobre as vítimas do césio-137 é de criar o centro de atendimento das vítimas do césio, que seria, no caso, as primeiras pessoas a serem atendidas pra/ pelo grupo do empresariado pra poderem ter um atendimento prévio e pra começar a trabalhar essa... essa... parte da...criação do fundo de atendimento às vítimas, caso possa ocorrer um acidente nuclear. A

		proposta que eu faço é isso, criar esse centro como forma de que esse centro de atendimento para as vítimas do césio dê todo o apoio, que a partir de agora, tanto de... como tratamento, como de manutenção e cuidados. [...]
76	Eva	[...] Mas a gente vai decidir que os empresários replantem novas árvores em torno da cidade... Também é uma proposta que eles construam um destino local para esse lixo né... [...]

Nas falas apresentadas os estudantes apontaram soluções para a problemática colocada pelas equipes anteriores, a fim de resguardá-los e convencê-los de maneira favorável para a tomada de decisão.

Em seguida, a equipe da população não afetada pelo acidente se manifestou, saindo da neutralidade e protestando contra a instalação da usina. O grupo declarou que as propostas apresentadas pelos governantes e empresários eram muito superficiais e alegaram que a cidade não possuía estrutura para receber a usina, destacando falta de investimento em outros setores e atraso quanto ao atendimento às vítimas:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
80	Rubi	[...] Acho que vocês deviam sentar e fazer um planejamento melhor, principalmente a... os governantes... por que a estrutura da nossa cidade não tem... nós não temos estrutura nenhuma pra montar alguma coisa que vocês... hospital... cadê os hospitais?... você não falou dos hospitais... você não se manifestou em relação a...a...a infraestrutura da cidade... a gente não tem nem pra abastecer a gente, imagine pro povo que vai trabalhar aqui. Então, a gente é totalmente contra.
81	Max	Então... Tu falou que ia construir um centro pras vítimas do césio, e por que vocês não construíram antes? Vão esperar agora uma usina chegar pra construir esse centro? Não seria mais adequado ter construído naquele tempo? Já que eles estavam precisando naquele tempo... agora já se passou 50 anos... já passaram 50 anos e agora que vocês vão construir um centro?
82	Alan	[...] Por que é que... -- no Brasil é uma esculhambação - - por que é que primeiro vocês não investem na educação, pra depois pensar em fazer alguma coisa? Por que que há um centro depois que há uma usina aqui? Por que que vocês não vão dentro da sala de aula com um professor responsável pela disciplina e fala assim.. professor, o que é que você sabe sobre radioatividade? Não sei nada. Pois vamos lhe capacitar. Pode se capacitar. Pago um curso pro senhor lá num sei aonde... lá no sul, se é no sul que tem um centro [bom, nós vamo pra lá.

Podemos observar a relação de forças – em que o lugar a partir do qual o sujeito fala é constitutivo do que ele diz (ORLANDI, 2002) – quando os estudantes, ao assumirem o papel de comunidade, apontaram para aquilo que lhes parece mais imediato, no caso, saúde, emprego e educação e, acima de tudo, se impuseram quanto à não instalação da usina:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
-------	--------------	------

85	Rubi	Essas propostas aí estão muito fracas, muito fracas. [A gente é contra... E se botar que vai ter, a gente vai quebrar essa cidade aqui todinha e não vai dar pra ninguém, porque a gente vai votar uma rebelião aqui. A gente vai queimar ônibus, vai fazer tudo... A gente tirou um presidente, porque não tira esse povin....
----	------	---

O discurso apresentado pela estudante apresenta fortes traços de polissemia, de modo que os significados ganham uma dimensão múltipla, o que nos permite caracterizar o discurso como tendendo ao lúdico. Orlandi (2002) declara que nesse tipo de discurso, a polissemia está aberta, o referente está presente como tal e seus interlocutores se expõem totalmente aos efeitos dessa presença, não regulando sua relação com os sentidos. A autora também considera que o indivíduo é interpelado em sujeito pela ideologia para que se produza o dizer, dessa forma, consideramos também que a ideologia dos sujeitos é fortemente evidenciada em suas falas, de modo que é possível identificar múltiplos significados em seus dizeres.

Em seguida, foi a vez do grupo dos empresários se expressar. A equipe respondeu aos embates, argumentando especialmente sobre os benefícios da energia nuclear para a cidade e apresentando soluções para as problematizações colocadas pelas outras equipes, como os riscos de acidentes, a atenção à população e o desmatamento. Alguns exemplos são mostrados a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
86	Luna	Bom, primeiramente... o que a gente pôde observar com relação às vítimas e aos ambientalistas, é que eles só é... repassaram pra sala os pontos negativos da construção dessa usina na nossa cidade... na cidade. Lógico... a gente não vai tapar o sol com a peneira e dizer que não possui riscos. Tudo possui riscos... mas a gente tem que observar também que há 50 anos atrás, a gente não tinha uma tecnologia tão avançada e pessoas tão capacitadas como a gente tem hoje. A gente vai construir a usina em cima da tecnologia, em cima da segurança. A gente não vai construir uma coisa qualquer... aliás a gente tá pensando em expandir não só a economia, não só pra nós, não se engane... a economia vai ser boa pra vocês também. Vai ser o conhecimento da cidade e quem faz a cidade é a população. A gente vai ter um desenvolvimento também, além do econômico, como eu já falei, um desenvolvimento na educação, porque a gente vai precisar de pessoas capacitadas e por que não utilizar as pessoas da própria cidade pra fazer o manuseio da usina?
87	Adam	Agora, achei engraçado o garoto ali... ele falou da questão de gases ali... primeiramente, cara eu tô falando de água... de água quente que sai... posso te garantir que não vai sair nenhum gás... nós vamos... essa água quente... o único gás que eu falei foi o que... o O <sub>2</sub> , esse O <sub>2</sub> , eu tô falando na questão do O <sub>2</sub> da atmosfera com água quente, diminui a solubilidade, da.. do... diminuí a solubilidade da água... do O <sub>2</sub> na...no...na água, assim os peixes vão comer... eu não citei nenhum gás aqui... Esse gás aí não tem nada a ver. É o gás mesmo da atmosfera, que é o O <sub>2</sub> ,
89	Leo	É... em relação aos nossos amigos ambientalistas ali, vocês tem um pensamento muito primitivo assim... eles querem comparar - -

		que eles falaram de segurança e tal - - eles falaram sobre a segurança, sobre os impasses,,né... Vocês tem um pensamento muito primitivo, vocês só pensam no que pode acontecer na pior das hipóteses, só pensa nisso, vocês... Acho que vocês deveriam saber... vocês não sabem qual é... a gente tá tentando informa-los, mas vocês parecem que não querem ouvir, os benefícios que vai ter essa empresa. E não vai... ele não vai acabar com o meio ambiente, que vocês defendem tanto, a gente não quer acabar com isso, é... não vai ser tipo...é... impacto...assim... ah...vamo acabar com a floresta e pronto... se a gente vai procurar um lugar é... que vai ter menos árvores possível, o menor lugar mais elevado, mais [...] e tal e se existir... eh... se tiver... eh... muitas árvores...a gente vai fazer... vai fazer o reflorestamento e é isso... e a energia nuclear tem muitos benefícios... até...até... vocês faz parte da população, vocês vão necessitar de alguma vez... de... algum benefício que a gente poderá é... fornecer a vocês... e é isso... e a gente não pensou no bolso da gente... vocês tão generalizando[...]
--	--	--

Ao analisar as falas é possível perceber intensa polissemia e acentuada ocorrência de confronto de ideias, em que geralmente retomavam as colocações apresentadas pelas outras equipes. Nesse sentido, fica evidenciado o desejo por dominar o referente, de modo que o argumento da equipe tenta derrubar o das outras. Essa ocorrência de reversibilidade configura um discurso que tende para o polêmico (ORLANDI, 2009).

O último grupo, que representava os ambientalistas, fundamentou seus argumentos levando em conta os aspectos ambientais e o risco de um possível acidente. Nesse momento, todos as colocações apresentadas pela equipe estavam relacionadas a embates anteriores, evidenciando mais uma vez a ocorrência de reversibilidade, como é possível perceber nos exemplos a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
91	Dino	Só pra questionar o caso do nosso colega aqui... Falou que, nós, ambientalistas só pensamos na... é... nos... é...nos pontos negativos...e não é só nos pontos negativos... a gente sabe é...a gente sabe é... as condições positivas também dessas usinas nucleares, [...] caso venha acontecer um acidente né... é... a proporção seria muito grande... aí não compensaria a gente investir numa usina que venha destruir nossa própria cidade, caso venha acontecer um caso desse nuclear... então por esse... por esse motivo, nós continuamos com o nosso posicionamento contra a construção dessa usina.
92	Ana	E... também tirando a parte que ele falou que nós tamos defendendo aqui... só o que venha a acontecer... nada disso...nós estamos... a gente começou nosso estudo defendendo a partir da implantação da... da usina, começando pelos dados que ele falou... o tanto de hectare que vai ser desmatado e que eu e ele já fizemos um levantamento a questão das árvores raras e antigas que não fazem um replantio assim... de uma hora pra outra, que não tem como... e... e também tem espécies muito raras, que só tem em duas partes do Brasil, uma das partes é a nossa cidade, que é rica nessa... nessa...nessas espécies e, então... que elas vão ser desmatadas... não tem esse reflorestamento fácil, como vocês

		imaginam...
93	Ivo	E nós também num... não estamos sendo pessimistas... nós estamos lidando com a realidade... é algo que pode vir acontecer... e, nem todo mundo sai ganhando... porque a natureza vai ser prejudicada, né... os animais daquela área vão ser totalm... vão ter que... que ser... se deslocar de lá e as árvores estão lá há décadas... não vão... é... não... não vão ter um reflorestamento adequado. E outra coisa, se a fiscalização que o estado for fazer for igual a fiscalização da barragem de Mariana e da barragem de Cocal do Piauí, então pode parar todas as coisas...

Ainda contrários à implantação, de forma semelhante à etapa anterior, o grupo questionou o desmatamento da área de instalação da usina e solicitou o replantio adequado. É interessante notar que a equipe apresentou exemplos externos à energia nuclear para embasar seus argumentos a respeito da fiscalização, o que permitiu um deslocamento de sentidos e a presença marcante de polissemia. Percebe-se que o grupo procurou persuadir as demais equipes sobre o seu ponto de vista, entretanto abriu espaço pra contestação, o que remeteu a um discurso que tende para o polêmico.

### 5.3.4 Tréplica – Contestação final

Esse momento representou a última etapa do debate, antes da tomada de decisão. As equipes tiveram 10 minutos para apresentar suas considerações finais, nas quais deveriam confirmar seus argumentos ou apresentar uma última contestação às demais equipes. De modo semelhante ao momento anterior, também foi possível verificar a ocorrência de polissemia e a presença de reversibilidade na maioria das interações.

A equipe que representou as vítimas encerrou sua participação destacando mais uma vez a preocupação com a probabilidade de acidentes e a sugestão do uso de outras fontes de energia para a geração de energia elétrica. A seguir apresentamos um fragmento de descrição que exemplifica sua participação:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
100	Lia	[...] Quem garante, quando acontecer esse acidente lá na frente, esses governantes lá.. vão continuar mantendo essas vítimas né... Vão continuar dando assistência né... em relação aos governantes? [...]É mais vantajoso uma energia limpa... tudo bem que... ah... depende de questões ambientais, mas é mais fácil você utilizar dessa... dessa energia... que não vai trazer prejuízo nenhum, enquanto der, e por último, acho que seria necessário energia nuclear, depois que já não tivesse mais nenhum meio, nenhuma forma de... de... adquirir energia... eu penso assim... né... então, é isso, a gente... nossa... nossa posição é que não... nós continuamos contra porque não há nenhum tipo de... de argumento que realmente faça a gente mudar de opinião e... nenhum tipo de assistência pra nossas vítimas.



Notamos que a equipe apresentou seu ponto de vista sobre a problemática apresentada e apresentou argumentos para justificá-la, entretanto, a estudante terminou sua fala limitando o retorno discursivo. O seguimento do processo de conversação dá lugar ao exercício de dominação da palavra. Ao fazer uso da expressão “*não há nenhum tipo de... de argumento que realmente faça a gente mudar de opinião*”, a estudante restringe a comunicação, de modo que o interlocutor se transformou em um mero receptor, sem possibilidade de modificar o que foi dito. Nesse sentido, caracterizamos o discurso como tendendo ao autoritário.

A fala final da equipe dos governantes consistiu basicamente em propostas de melhorias provenientes da implantação da usina e amparo às vítimas:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
103	Aldo	Não... Assim... bateram muito na questão dos 50 anos, que não teve apoio, realmente, teve as falhas naquele governo... antigamente não tinha a tecnologia, não tinha informação, não tinha o...a... o conhecimento sobre isso, teve falhas no governo, teve... porque, foi deixado o material dentro do hospital, e não teve uma fiscalização. O que a gente propõe, pra poder, é...não acontecer mais isso, sempre que acontecer um acidente, a proposta é: a criação de fundos, a criação da associação [...]que que a gente vai fazer? Formação, através da educação, capacitação, treinamento, pra que a... a própria população pudesse criar meios de fiscalizar tanto como a construção, a manutenção, e o funcionamento da usina nuclear, então, eu sei de uma coisa... é... aleatório, só porque o governo quer construir, não... isso é uma coisa com parceria com o povo... O povo que vai decidir se realmente tem necessidade ou não tem necessidade... questão do orçamento, o orçamento não é só do governo... vai ser da... da empresa... ela vai ter o lucro dela, vai ter, mas vai trazer também o desenvolvimento, a infraestrutura da cidade... vai vir mais gente pra trabalhar, vai, mas vai vir também educação melhorada, vai vir também melhor condição de qualidade de vida, de emprego... então, o progresso realmente traz essa... essa dúvida... se vai ter melhoria ou se não vai ter... mas, temos benefício e também temos os malefícios e a gente vê que os benefícios são maiores que os malefícios que trarão... o progresso da instalação da usina nuclear... é isso que a gente tá reconhecendo... e o intuito da gente aqui é... é entrar num consenso, entendeu? [...]

O grupo, a partir da fala do estudante Adam, buscou convencer as equipes apresentando projetos que iriam beneficiar a população nos setores sociais, de educação e economia. Apesar de o grupo tentar persuadir as outras equipes, percebe-se a ocorrência de reversibilidade na interação e a abertura para contestação, uma vez que o estudante abriu espaço para a opinião dos ouvintes e solicitou um consenso entre as ideias. Dessa forma, consideramos o discurso como tendendo ao polêmico.

Quanto ao grupo dos alunos que atuaram como representantes comunitários, observamos que a equipe se mostrou insatisfeita com as respostas de seus questionamentos e,

nesse último momento dedicado para reflexões, a equipe apresentou poucos encaminhamentos para a tomada de decisão, com o discurso voltado a críticas destinadas às outras equipes, como se observa na descrição a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
105	Rubi	Certo. Tanto empresários, quanto governadores, não responderam nenhuma pergunta que a gente fez. Vocês só estão com o mesmo blábláblá de sempre. O prefeito até se calou e não falou mais... ele disse que o povo é que decide, pois o povo tá decidindo e o povo tá dizendo que é contra.[...] Então, até agora eu não sei o que vocês vão fazer, porque vocês estão até agora com o mesmo blábláblá, passou três vezes por vocês e vocês continuam com a mesma fala, vocês não respondem a gente... eu não sei cadê o transporte, cadê a saúde, não tem nem pra gente, o que dirá daqui a um tempo. Vocês só falam que vai vir tecnologia, vocês não tem que bater de frente com a energia eólica, vocês tem que defender o ponto de vista de vocês. É como os ambientalistas, vocês dizem que eles estão sendo muito pessimistas, não sei o que, não é que eles estão sendo pessimistas, é que eles estão botando o que eles defendem. Vocês não tão expondo nada do que vocês defendem, vocês não tão dando ideia nenhuma, vocês só dizem que vão fazer, mas vão fazer o que? Cadê as propostas, cadê? Vocês não apresentaram nenhum projeto aí.

Observamos, na fala da aluna Rubi, um discurso de significados restritos, em que a estudante assumiu uma voz de domínio, característico do discurso pedagógico que, como exercício do poder, pode inculcar no lugar de informar e se auto justificar em vez de despertar interesse, gerando sua própria necessidade (OLIVEIRA; TRIVELATO, 2006).

Os estudantes representantes do grupo dos empresários aproveitaram esse último momento do debate para enfatizar algumas propostas e responder alguns questionamentos direcionados a eles. Alguns exemplos são apresentados a seguir:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
107	Mila	É... só falando da implantação da usina, não vai ser do dia pra noite. A gente vai fazer primeiro uma campanha de educação, de conhecimento da população sobre a energia nuclear, como a representante alí tinha dito, não sabe do que se trata, não sabe o que é que é... então, vai se ter primeiro um acompanhamento, uma conscientização, capacitação pros professores da comunidade para se ter o conhecimento a respeito da energia. Não vai ser... ah... vamo implantar, vamo fazer o estudo, não vai ficar na esfera do governo e dos empresários não. Toda comunidade vai tá no meio dessa implantação e também não é só a nível... eh... local... nível nacional, local e regional, até porque a implantação de uma usina nuclear é algo muito muito grande, assim, que não tem como tá fazendo só a movimento local não. Num tem como não, gente.
108	Adam	Esse tanque que eu tô falando é outro, tá?... Questão da água quente... (ruído)... Sobre a questão também do governo federal, usei a frase do ex ministro de minas e energia, Eduardo Braga, pelo estado do Amazonas, que falou que, depois de Angra 3, as próximas usinas criadas no Brasil serão privadas e aí nós tivemos essa ideia, em contrato com toda equipe... [...]vamos analisar todas

		as questões das árvores pra saber onde é que tem essas árvores no país, se for só aqui, com certeza essas árvores serão mantidas, e caçaríamos o local ideal onde vai ter a questão das árvores que podem ser desmatadas em um lugar do país e vai ser reposta na questão do reflorestamento. A questão da bolsa, vai ser sim, criado um fundo pra esse acidente há 50 anos atrás, esse fundo vai ser com participação da comunidade, a comunidade vai falar como é que vai ser esse fundo e eu falo com argumento defendido pelo meu avô... Meu avô falava umas coisas engraçadas... “Quando a pessoa tá contra, ela não precisa de argumento, quando a pessoa tá a favor, ela precisa DOS argumentos”, então todos os argumentos foram montados, a questão do monitoramento, a questão dos líquidos radioativos, dos gases radioativos, que nós vamos fazer... vai ser um ano de estudo, que nós vamos fazer aqui na cidade de Radioisópolis, a questão da água, tudo foi botado, a questão dos cursos, a questão da universidade, treinamento pro bombeiro, policial, da vigilância sanitária, a questão do ICMS, dos governantes... vamos determinar uma coisa, em questão dos governantes, 20% é da educação, 10% vai pra saúde, a proposta dos empresários é essa. E a gente/ acho que não tem mais nada pra falar, até porque nós tamos analisando o custo benefício, tanto pra vocês, como pra nós e se chegar a um limite, infelizmente não iremos tocar o projeto, mas até agora, acho que dá pra tocar o projeto.
--	--	--

Notamos uma preocupação por parte da equipe em envolver diversos setores da sociedade ao decidir sobre a instalação da usina, de modo que a equipe levou em consideração aspectos sociais, ambientais e econômicos. Observou-se também que a fala dos alunos permeou a polissemia e a intensa reversibilidade, o que nos permite caracterizá-los como discursos tendendo para o polêmico.

Por fim, a equipe dos ambientalistas expressou suas últimas considerações, as quais se baseiam em questões ambientais. O grupo demonstrou ainda estar confuso com as propostas dos empresários e defendeu mais uma vez a permanência da flora e fauna da região prevista para a instalação da usina:

TURNO	PARTICIPANTE	FALA
111	Ana	No caso, como ela falou, ela falou a questão do projeto, só apresentou o projeto pra gente porque ele me falou o dado tanto de hectare que eles vão derrubar, mas não sabem a localização, não sabe aonde estão localizadas as plantas, a raridade das plantas, então não sabe se existe esse tanto de hectare livre sem plantas raras, que não podem fazer replantio e... se infelizmente, como ele falou, se infelizmente for derrubada aí vai fazer um replantio dessa planta rara e aí vai esperar 200 anos pros seus tataranetos saberem a importância dessas árvores, como elas tiveram pra gente até hoje, até no caso de agora vir pra implantar a usina numa cidade que não tem estrutura, tanto social, uma população que não tem qualificação... aí vocês disseram, vai ter um ano de estudo.. ainda vai ter um ano de estudo pra saber o lugar onde implantar a usina, ainda vai ter um ano de estudo pra qualificar a população... eh... ainda vai ter a questão do descarte [...] Eu acho que eles não fizeram nenhum estudo com relação à área, nem com relação ao que existe naquela área, nem com relação aos traumas da

		associação, então eh... eu acho que não tão... eh... qualificados pra trazer pra gente essa questão de implantação da usina sem saber, eu digo assim, entre aspas, sem saber de praticamente nada, pelo menos é o que eles demonstram pra gente.
112	Ivo	Eh... vocês falaram em um ano de estudo pra fazer essa pesquisa, mas vai ser necessário, no mínimo dez anos de estudo e outra coisa... eh... vocês falaram também que...a...o desenvolvimento de novas tecnologias depois que apareceram aqueles acidentes, mas aquilo nada tem a ver com isso, aquilo foram falhas humanas... foram acidentes e acidentes podem acontecer novamente e... ninguém também tá se preocupando mais uma vez com o animais que estão em extinção naquela área... vocês não podem pegar os animais dali e jogar em qualquer lugar, porque eles tem o seu lugar próprio, eles tem o seu habitat... e vocês não estão nem aí...eh... pra natureza e pro meio ambiente, vocês tão preocupados apenas com o lucro de vocês e os lucros que serão gerados pros demais interessados.
113	Ana	Os fatos que a gente tira dos pontos positivos, com relação ao crescimento da cidade, não supera os negativos. A gente vê... eh... que a nossa cidade, por ter uma maior parte... questão ambiental, sobre a importância ambiental e... que a gente já deu, aí o acessor... eh... falou pra gente que... no caso da energia, né... essa energia eólica, que a gente tá levantando, que será uma alternativa, aí ele falou que não tem desenvolvimento, claro que tem o medo, mas não tem desenvolvimento sem se arriscar. Mas, no caso, a gente tá dando alternativa pra ter um desenvolvimento também, porque a gente tá... eh... propondo uma mudança pra obtenção dessa energia, de um modo que vá beneficiar muito mais, tanto a população, que é o que eles deveriam se preocupar, tanto a parte ambiental, que é o que a gente tá querendo defender aqui.

O grupo apresentou suas considerações e novamente buscou convencer as demais equipes quanto à importância da preservação ambiental em virtude da instalação da usina. Consideramos os discursos apresentados por esta equipe como tendendo ao polêmico, uma vez que é possível perceber nos discursos da equipe a ocorrência de polissemia, visto que o grupo se dispôs a explicar e a justificar seus argumentos e abriu espaço para a reversibilidade durante a interação.

#### 5.3.4 Cartas – A tomada de decisão

Após a discussão das equipes em torno da busca pela tomada de decisão sobre a instalação ou não da usina nuclear na cidade fictícia de Radioisópolis, em que foi possível identificar diferentes pontos de vista sobre a problemática abordada, solicitamos aos estudantes que redigissem cartas expondo suas decisões finais.

O primeiro texto a ser discutido trata da carta redigida pela equipe da associação das vítimas (Anexo B). Nesse texto verificamos que os estudantes iniciaram sua redação com uma breve história da associação. O fragmento do texto é apresentado a seguir:

*A associação foi criada há 50 anos devido ao acidente radiativo em um hospital da cidade por descaso com o material contaminado. Durante esses anos, a associação sempre buscou amparar todas as vítimas, que foram 365 pessoas contaminadas e 8 mortos (neste caso, para ajuda financeira aos parentes).*

Consideramos que ao expor o contexto histórico das vítimas, os estudantes pretenderam destacar a importância do acidente para o leitor, bem como a necessidade de apoio à instituição. Percebe-se a presença acentuada de polissemia no texto, tendo em vista sua multiplicidade de sentidos em torno da história da associação e de sua importância, o que nos permite considerar a tendência a um discurso polêmico.

Também é possível verificar que a equipe demonstrou um parecer favorável à implantação da usina, mas, para isso, exige que algumas petições sejam concedidas, como podemos observar a seguir:

*A posição da associação atualmente é favorável à implantação da usina, contudo algumas reivindicações terão que ser atendidas para a nossa decisão final ser tomada. As reivindicações seguem abaixo:*

- 1 – Criação da sede da associação das vítimas do acidente de 50 anos atrás.*
- 2 – Contratação de profissionais de saúde como psicólogos, médicos, enfermeiros... para o acompanhamento dessas vítimas e familiares.*
- 3 – Distribuição de medicamentos para as vítimas do acidente que dependem deles até hoje.*
- 4 – Distribuição de E.P.I's para população antes da implantação da usina.*
- 5 – Treinamento para evacuação da população antes da criação da usina, em caso de acidente.*
- 6 – A ajuda do Governo municipal para as vítimas que possuem um custo muito alto, devido suas necessidades especiais vindas do acidente.*
- 7 – Criação de um fundo de apoio a futuras vítimas em caso de acidente.*

Ao analisar o fragmento é possível ponderar que a equipe considerou importante para a instalação da usina apenas os fatores segurança e saúde, uma vez que, em suas sugestões, o grupo apresentou apenas exigências dessa natureza. Acreditamos que isto se deva por conta das posições ideológicas desses sujeitos, pois, ao se colocarem no lugar de vítimas, os estudantes expressaram noções particulares de sua posição, desconsiderando outros pontos referentes à problemática (ORLANDI, 2002). No entanto, após exporem suas exigências, os estudantes consideraram que a implantação da usina pode trazer benefícios para a cidade, como se verifica no seguinte fragmento:

*Mediante o cumprimento de todas as reivindicações a “Associação de Vítimas do acidente” mostra-se favorável a implantação da usina na cidade, que trará muitos benefícios à população e o desenvolvimento econômico da região.*

Nesse sentido, entendemos que a equipe impôs suas condições para a instalação da usina e considerou os benefícios que a referida indústria poderia fornecer. Dessa forma, o

grupo abriu espaço para um retorno discursivo, o que nos permite classificar o discurso como tendendo ao polêmico.

De modo bem semelhante, na carta a equipe da comunidade não afetada pelo acidente (Anexo C) expôs que a instalação da usina na cidade poderia trazer muitos benefícios à população, mas a equipe também expôs algumas reivindicações a serem seguidas:

*Entretanto existem algumas exigências que para o bem de todos precisam ser cumpridas por parte das autoridades e dos empresários interessados na implantação da usina nuclear:*

- *Que haja escolas preparadas para fazer palestras sobre a radiação e a usina em si;*
- *Que sejam gerados empregos para a comunidades;*
- *Centro de apoio para as vítimas de 50 anos atrás;*
- *Fiscalização rigorosa na ~~em~~ usina, para que possam ser descartadas a possibilidade de uma contaminação;*
- *Estabelecer um contrato com todos os moradores, onde estejam descritos todos os seus direitos no caso de uma futura contaminação;*
- *Menor risco de área desmatada para a construção da usina;*
- *Em caso de contaminação, que ocorra a alerta rápida para a comunidade, transporte a disposição para evacuação;*

Entretanto, enquanto a equipe das vítimas se voltou basicamente para aspectos de segurança, o grupo que representou a população não afetada pelo acidente apresentou outros aspectos, de cunho social, na área da educação e geração de emprego; e de natureza ambiental, ao destacar o desmatamento. Acreditamos que essa diferença se deva por conta das condições de produção em cada caso. A população, por não ter sido tão influenciada pelo acidente, destaca pontos mais próximos à sua realidade, nas condições em que se encontrava durante o *Roleplay*.

A terceira carta analisada foi escrita pelos alunos que representaram os governantes durante a atribuição de papéis (Anexo D). A equipe introduziu o texto retratando sua posição favorável à instalação da usina e seguiu apresentando propostas de benefícios à cidade em diversos setores. Inicialmente o grupo dedicou um parágrafo à proposições de apoio às vítimas, como se observa adiante:

*Como parte do projeto para instalação será desenvolvido o centro de assistência às vítimas da radiação e promoverá auxílio às vítimas da tragédia ocorrido a 50 anos e formação população da cidade sobre as políticas implementadas para segurança e manutenção da usina.*

O fragmento em questão nos permite ponderar sobre a preocupação da equipe com questões de segurança e saúde, que geralmente permeiam a problemática. De modo semelhante, a equipe propôs estratégias de proteção à população no caso de um acidente decorrente da usina nuclear:

*Serão organizados momentos de treinamento e simulação de acidentes radioativos a fim de esclarecerem dúvidas da população em caso de evacuação rápida, ainda como parte desse processo a cidade receberá novas vias alternativas e adaptação das já existentes. A modernização do transporte público, com a incorporação de ônibus adequados para uso da população em possíveis tragédias.*

Dessa maneira, entendemos que os estudantes, mesmo favoráveis à implantação da usina, não descartaram a possibilidade da ocorrência de acidentes, entretanto, apresentaram alternativas que viabilizam sua instalação.

Verificamos também que o grupo dedicou atenção à questão ambiental, ressaltando a preservação da fauna e da flora da região, bem como o descarte adequado dos rejeitos radioativos, como é possível verificar a seguir:

*Os projetos para a área ambiental estão relacionados ao desenvolvimento de uma reserva ecológica que possa servir como compensação a possíveis danos trazidos a fauna e flora originais. Existe a preocupação seguida de fiscalização aos materiais que vão ser descartados da usina colocados em depósitos específicos formados por materiais como concreto e chumbo, além do tratamento da água utilizada de forma que não agrida a natureza.*

Notamos a preocupação da equipe quanto à preservação da natureza em virtude de sua utilização territorial para fins de geração de energia. Verificamos também que o grupo manifestou conhecimento científico ao expor o uso de concreto e chumbo para reter a radiação dos materiais radioativos e a responsabilidade com o descarte adequado dos mesmos, bem como o tratamento da água utilizada na usina. Dessa maneira percebe-se que a equipe esquiva-se de uma resposta dirigida e argumenta acerca do seu ponto de vista, de modo que o discurso pode ser classificado como tendendo ao polêmico.

Por fim, a equipe considerou que a instalação da usina traria progressos à cidade e justifica afirmando que, junto com a usina, haverá geração de empregos e melhorias econômicas, como se observa no fragmento adiante:

*Com a implantação da usina o governo pretende trazer o progresso, empregos a população e estimular a vinda de vários negócios para a cidade. Será promovido o fundo emergencial para ser utilizado pela população caso necessário, por fim com a aceitação do projeto melhorias devem vir a cidade e possíveis problemas devem ser resolvidos.*

De modo semelhante, ao analisarmos a carta dos empresários (Anexo E) percebemos que a equipe argumentou quanto ao desenvolvimento da cidade em virtude da instalação da usina, destacando também a geração de empregos e a melhoria da economia.

*Todas essas vantagens que a implantação da usina trará para a cidade, aumentará bastante a economia que a rede de energia movimentará o país. Além de uma grande geração de empregos, também irá gerar uma grande demanda de capacitação e*

*formação e principalmente uma maior conscientização para a população. A tecnologia vai ser desenvolvida para a construção e manutenção da indústria.*

Acreditamos que essa semelhança nos argumentos resida no fato de as duas equipes assumirem posições semelhantes no *Roleplay*, nas quais o fator econômico era um dos focos. Verificamos também uma atenção por parte da equipe no que diz respeito à formação profissional e ao desenvolvimento tecnológico. Podemos considerar como consequência dessa enunciação, a memória discursiva que, conforme Orlandi (2002), o saber discursivo que torna possível todo o dizer e que retorna sob a forma do pré- construído, o já dito, sustentando cada tomada da palavra. É interessante destacar o parágrafo introdutório da carta redigida pela equipe de empresários:

*Na construção de uma empresa do porte de uma usina nuclear, engloba não apenas um projeto mais que perfeito, mas também uma relação estável e boa com os demais grupos de profissionais.*

O fragmento apresentado traz uma acentuada ocorrência de polissemia, permitindo uma multiplicidade de sentidos e uma tendência ao discurso polêmico. Ao destacar a importância de uma boa relação com os outros profissionais, entendemos que a equipe considerou que, para tomar uma decisão nessas proporções, é necessário o envolvimento de grupos com opiniões heterogêneas. A equipe também expôs sucintamente sobre o benefício da energia nuclear para o meio ambiente:

*Além de não contribuir para o efeito estufa, não produz uma grande quantidade de resíduos, é uma energia limpa.*

Apesar de o embate ambiental durante o *Roleplay* ter se encaminhado mais no sentido do reflorestamento e do tratamento dos rejeitos radioativos, o argumento apresentado na carta pela equipe fez menção apenas à liberação de gases e à pouca quantidade de resíduos liberados, sem argumentações sobre o tratamento deles. O discurso se apresenta bastante restrito, com definições rígidas e conclusões dirigidas, o que torna essa parte do texto com tendência para o autoritário.

Quanto à equipe de ambientalistas (ANEXO F), o grupo orientou basicamente todos os argumentos para a temática em que estava diretamente envolvido: a ambiental, e posicionando contrários à implantação da usina. Apesar de concordarem com os benefícios provenientes da construção da usina, os alunos demonstraram certa preocupação com os problemas advindos de sua implantação, de modo que apresentaram algumas condições que consideravam importantes para o bom funcionamento da referida empresa de energia nuclear.



*Sabemos os benefícios que podem ser proporcionados diante da construção de uma usina nuclear em nossa cidade, porém sabemos também todos os problemas que podem vir a ocorrer pensando em todos os prós e contras, avaliando todas as condições elaboramos algumas reivindicações para que possamos aprovar a implantação de uma usina nuclear em Radioisópolis.*

*São elas: Ser construído longe de refinarias, gasoduto, áreas sísmicas, falhas geológicas, áreas de mineração, de proteção ambiental, locais que não haja risco de deslizamentos, inundação, alagamento, ventos fortes, temporais, reservas indígenas, assentamento, longe de outras cidades, perto de rios ou mares, mas não causar a contaminação dos mesmos.*

Ao apresentar tais condições, é possível notar a preocupação da equipe quanto à possibilidade de acidentes e busca, através dessas imposições, alternativas para prevenir a cidade de consequências mais graves. Ademais, a equipe destinou dois parágrafos para apresentar exigências quanto ao processo de reflorestamento da área desmatada para a instalação da usina e para o descarte apropriado da água utilizada no reator e dos rejeitos provenientes da geração de energia:

*Se a empresa se comprometer no reflorestamento e a transposição da fauna para uma área segura, capacitação dos habitantes e que na construção da planta nuclear haja a participação de engenheiro ambiental (florestal), garantia que a água retirada do rio para resfriamento do reator foi condicionado afim de que chegue a temperatura normal e devidamente oxigenada, mostrar por meio de argumentos plausíveis que a piscina onde armazenará o rejeito de urânio (235) realmente é seguro e que é a prova de infiltração no solo afim de evitar a poluição dos lençóis potáveis nem o solo. Além do engenheiro ambiental participando na obra, haja também a fiscalização do IBAMA.*

*Um projeto de descarte adequado com uma área bem definida totalmente afastada de locais onde há flora e fauna que possam vir a ser afetados por tais materiais. Outro projeto que preveja o não sucesso da implantação da usina possibilitando uma desativação de forma adequada.*

Observamos uma intensa preocupação com questões ambientais, o que se explica devido à posição ideológica dos membros da equipe, uma vez que a mesma esteve diretamente envolvida nessas questões. Por fim, a equipe solicitou a fiscalização de autoridades governamentais a respeito da fiscalização:

*Quanto aos governantes, esperamos uma fiscalização bem rigorosa, realizada por profissionais adequados, honestos e ético.*

O fragmento em questão traz uma multiplicidade de significados, evidenciando traços de polissemia. Ao solicitar a fiscalização por profissionais adequados, honestos e éticos, a equipe demonstrou uma desconfiança quanto aos profissionais envolvidos nas empresas. O fato que os estudantes omitem, mas que é expresso de forma implícita no texto, o dito pelo não-dito, é a preocupação de que a usina não seja monitorada ou que não haja profissionais responsáveis à frente desse controle.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou à utilização da abordagem CTS para o estudo do conteúdo Radioatividade em um curso de extensão realizado no ensino superior, com duração de 40 horas, em que foram desenvolvidas atividades que consistiam no estudo em uma perspectiva científica, tecnologia e social do conteúdo. As atividades basearam-se na caracterização dos conhecimentos prévios dos participantes, análise de perguntas e interações discursivas dos estudantes, resultantes da exibição de vídeos com diferentes particularidades da temática, além do processo de tomada de decisão, encaminhado por meio da realização de um *Roleplay* e da redação de cartas.

O acompanhamento da aplicação da proposta e a análise do material produzido pelos estudantes, subsidiada pelo referencial teórico da Análise de Discurso de linha francesa, nos permitiram tecer algumas considerações sobre os resultados dela provenientes. A noção de tipologia do discurso, proposta por Orlandi (2009), permitiu a identificação de diferentes características nos discursos produzidos pelos estudantes nas diferentes situações da proposta, que partiram do autoritário – com fortes traços de paráfrase, especialmente caracterizados pela metalinguagem – para o polêmico – com traços de polissemia.

Ainda que esse deslocamento nos discursos tenha sido observado, verificou-se que perguntas de cunho conceitual foram predominantes em toda a atividade e a maior parte das questões envolvia dúvidas relacionadas a conceitos e definições, o que pode ser fundamentado pela grande necessidade que há nos estudantes em conhecer e entender mais sobre Radioatividade, além de uma cultura escolar e acadêmica voltada à busca por definições, as quais só podem ser fornecidas pelo professor ou pelos materiais didáticos, fato que caracteriza o discurso pedagógico como autoritário.

Observamos também que a natureza dos vídeos exibidos foi preponderante para a análise dos dados e que as questões formuladas a partir deles resultaram dos assuntos discutidos, a exemplo destacam-se os aspectos de natureza da ciência que foram claramente evidenciados nas questões e questionamentos, os quais não são comuns no cotidiano acadêmico dos estudantes de ciências. Isso também ratifica a importância e a forte influência das condições de produção para a ocorrência dos discursos produzidos.

Assim como nas perguntas elaboradas pelos estudantes, verificamos também que em todos os momentos destinados à discussão houve a ocorrência de metalinguagem, especialmente envolvendo conceitos e definições, configurando tendências ao discurso pedagógico autoritário (ORLANDI 2009), sendo a discussão referente ao segundo vídeo a que

mais evidenciou enunciados dessa natureza, embora tenha sido o momento com maior participação dos estudantes. As interações discursivas referentes ao primeiro e ao terceiro vídeo foram os que apresentaram tendências menos frequentes ao discurso autoritário, havendo maior ocorrência de polissemia e multiplicidade de sentidos. Entretanto, identificamos que em todas as discussões foram identificados momentos de reversibilidade, o que nos permitiu evidenciar deslocamentos de sentidos característicos de um discurso que tende para o polêmico (ORLANDI, 2009).

Também verificamos que a natureza dos vídeos foi preponderante para os discursos produzidos, uma vez que aspectos de natureza da ciência foram claramente evidenciados na primeira discussão, enquanto que, na segunda discussão se destacaram questões de cunho social e de saúde e colocações sobre o processo de irradiação, que foram bastante evidentes durante a terceira discussão. Ressaltamos também a presença de enunciações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, bem como manifestações de curiosidades trazidas pelos alunos, o que vai ao encontro das palavras de Orlandi (2002) ao se referir à formação discursiva, na qual inclui a constituição sócio-histórica do sujeito falante e a ideologia em que está inserido.

Durante o *Roleplay*, por ser uma atividade de atribuição de papéis e nesse caso, predominar o debate, verificamos que a ocorrência de polissemia nas interações discursivas foi bastante acentuada, apesar de ainda terem sido observadas características de discursos que tendiam para o autoritário, o que é natural, pois, em um processo de enunciação os discursos não são puros, não há exclusividade de um tipo de discurso, mas uma tensão entre paráfrase e polissemia. Orlandi (2002) ressalta que não se deve estabelecer relações categorias entre os tipos de discurso, sendo preferível, antes, falar-se em tendências, dessa forma, entendemos que dependendo das condições de produção e das posições dos sujeitos, haverá uma tendência para um ou outro polo do discurso. Concebemos essa ocorrência marcante de discurso polêmico como um aspecto positivo, pois, indica um progresso com relação à capacidade crítica dos alunos, o que é característico da abordagem CTS de ensino. Ademais, pudemos observar nas interações discursivas a presença do discurso lúdico, que marca a multiplicidade de significados na interação discursiva. Acreditamos que a presença desse tipo de discurso, mesmo que tímida, tenha se dado pela natureza da atividade proposta.

Os pontos mais destacados durante o debate consistiam nos riscos advindos da energia nuclear; aspectos de natureza social, havendo destaque para questões de educação, saúde, geração de empregos, desenvolvimento e crise financeira; e ambiental, com colocações sobre preservação territorial, descarte de rejeitos radioativos, uso de energia limpa, além de ponderações sobre outras fontes geradoras de energia elétrica. Vale ressaltar que as condições

de produção dos discursos em que os sujeitos estavam inseridos contribuíram significativamente para o tipo de argumentos que apresentavam durante a atividade, ou seja, as posições ideológicas dos sujeitos durante a atividade foram preponderantes para a enunciação dos discursos.

De um modo geral, para a tomada de decisão, foi possível identificar que praticamente todas as equipes envolvidas no processo apresentaram soluções e julgamentos considerando diversas particularidades, sendo segurança, proteção ambiental e desenvolvimento econômico, os mais apontados. Acreditamos que o intenso debate acerca da problemática em questão tenha influenciado fortemente nas decisões exibidas em cada produção textual, uma vez que foram aspectos fortemente discutidos durante o debate. Verificamos também que o discurso polêmico predominou nesse momento, o que indica maior criticidade e capacidade de argumentação na hora de julgar e tomar decisões.

Vale ressaltar que a maioria dos grupos se colocou como favorável à implantação, o que não era esperado, uma vez que, pelo senso comum, é natural que as pessoas se posicionem contra a energia nuclear, por conta dos acidentes decorrentes do seu uso ou mesmo pelo perigo trazido pela radiação nuclear. Isso demonstra a eficácia da proposta em ampliar os conhecimentos a respeito da temática, além disso, muitos estudantes mudaram de decisão ao final da atividade e para isso, apresentaram justificativas fundamentadas. Não obstante, somos conscientes que, de modo geral, os estudantes embasaram seus argumentos por meio de considerações de cunho social e tecnológico e argumentaram pouco em termos científicos.

Enfim, os resultados obtidos indicam a viabilidade da proposta, uma vez que possibilitou que os sujeitos fizessem uso dos conhecimentos teóricos adquiridos, relacionando-os com situações de natureza tecnológica e social, além de terem participado ativamente de processos de tomada de decisão nessas dimensões, exercendo capacidade crítica e argumentativa.



## 7 REFERÊNCIAS

- AMARAL, C.L.C.; XAVIER, E.S.; MACIEL, M.D. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n.1, p.101-114, 2009.
- 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.
- ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: Possibilidades de integração no Currículo da Educação Profissional Tecnológica. **Ensaio**, v.14, n. 1, p. 99-112, 2012.
- A SAGA DO PRÊMIO NOBEL - O CLÃ CURIE. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA&t=17s>>. Acesso em: abr. 2016.
- BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. **Ensaio**, v. 15, n. 3, 2013.
- BARBOSA, L. G. D.; LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A.H. Controvérsias sobre o Aquecimento Global: Circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. **Ensaio**, v. 14, n. 1, p. 113-130, 2012.
- BETTENCOURT, C.; ALBERGARIA-ALMEIDA, P.; VELHO, J. L. Implementação de estratégias ciência-tecnologia-sociedade (CTS): percepções de professores de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 243-261, 2014.
- BRASIL, L. L. Michel Pêcheux e a teoria da análise de discurso: desdobramentos importantes para a compreensão de uma tipologia discursiva. **Linguagem – Estudos e Pesquisas**, v. 15, n. 1, p. 171-182, 2011.
- BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M.A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2015.
- CAMELLO, G. W.; STRIEDER, R. B.; WATANABE, G.; MUNHOZ, M.G. Articulação Centro de Pesquisa - Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n.3, 3401-1-3401-9, 2010.
- CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS. **Educar em Revista**, n. 34, 2009.
- CHRISPINO, A; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; FREITAS, A. C. C.; SILVA, M. A. F. B. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?. **Ciência e Educação**, v.19, n. 2, p. 455-479, 2013.
- FERREIRA, L.N.A. **Textos de divulgação científica para o ensino de Química:** características e possibilidades. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil, 2012.
- FILHO, D. O. B.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P.; ALONSO, A. V. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e

continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 313-333, 2013.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de Química sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas Inter-Relações: Um Estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

\_\_\_\_\_. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

JHO, H.; YOON, H.; KIM, M. The relationship of science knowledge, attitude and decision making on socio-scientific issues: The case study of students' debates on a nuclear power plant in Korea. **Science e Education**, v. 23, n. 5, p. 1131-1151, 2014.

KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2010.

LIMA JÚNIOR, P. L.; DECONTO, D. C. S.; NETO, R. A.; CAVALCANTE, C. J. H.; OSTERMANN, F. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 1, 2014.

LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. **Química nova na escola**, v. 33, n. 2, p. 93-99, 2011.

LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSIO 137. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=MfshO3PvIYs&t=2s>>. Acesso em: abr. 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Pedagógica, 1986.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de física no ensino de engenharia. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 3, 2010.

MARCONDES, M. E. R. M.; CARMO, M. P.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; SANTOS JR, J. B.; AKAHOSHI, L. H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, 2009.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T.G.; ABREU, T.B. Clonagem na sala de aula: um exemplo de uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, p. 95-111, 2004.

MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. **Ensaio**, v. 12, n. 3, 2010.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, 2013.



MONTEIRO, M.A.A.; SANTOS, D.A.; TEIXEIRA, O.P.B.; Caracterizando a autoria no discurso em sala de aula. **Investigações em ensino de ciências**, v.12, n.2, p.205-225, 2007.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

NOZAWA, M.R.; SCHOR, N. O discurso de parto de mulheres vivenciando a experiência da primeira gestação. **Saúde e Sociedade**, v. 5, n.2, p.90-119, 1996.

OLIVEIRA, J.R.S.; TRIVELATO, S.L.F. Prática docente: o que pensam os professores de ciências biológicas em formação. **Teias**, v. 7, n. 13-12, p.1- 11, 2006.

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

\_\_\_\_\_. **Discurso e Leitura**. Cortez, 2008.

\_\_\_\_\_. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. Pontes, 2009.

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

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.;BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 1, 2007.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, 2007.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência e Educação**, v.21, n.1, p. 1-29, 2015.

RICHTER, M.G. Role-play e ensino interativo de língua materna. **Linguagem e Ensino**, v. 1, No. 2, p.89-113, 1998.

ROEHRIG, S. A. G.; CAMARGO, S. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 4, p. 871-887, 2014.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: Práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Temas sociocientíficos “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio**, v. 14, n. 1, p. 227-239, 2012.

SANTOS, W. L. P. S.; MORTIMER, E. F.; Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2016.

SCHEFFLER, G. L.; PINO, J. C. D. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2013.

SCHMIEDECKE, W. G.; PORTO, P. A. Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 232-241, 2014.

SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P.; **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. Ijuí, Unijui, 2003.

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.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Concepções Alternativas de Licenciandos em Química Sobre Reatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 1 p. 87-97, 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.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

TEKIN, B. B.; NAKIBOGLU, C. Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. A study of Turkish high school students. **J. Chem. Educ**, v. 83, n. 11, p. 1712, 2006.

TENÓRIO, A.; QUINTANA, L. S.; NUNES, W. V.; TENÓRIO, T. Análise de conteúdos de física nuclear em livros escolares brasileiros. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 175-199, 2015.

TORO-BAQUERO, J. Qué visiones de CTS tienen los docentes de 5º y 9º grado de Colombia? Y, cuál es su relación con los estándares de ciencias del Ministerio de Educación Nacional?. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 4, p. 853-869, 2014.

TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES. Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8&t=17s>>. Acesso em: abr. 2016.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

WATANABE, G.; Caramello, G. W.; STRIEDER, R. B.; MUNHOZ, M. G. Articulação Centro de Pesquisa: Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, p. 1-9, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. ArtMed, Porto Alegre, 1998.

**APÊNDICE A – REVISTAS CONSULTADAS NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES NA ÁREA DE ENSINO DENTRO DO QUADRIÊNIO 2013-2016 SOBRE A ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

TÍTULO DO PERIÓDICO	QUALIS
Acta Scientiae	A2
Advances in Physiology education	A1
Alexandria (UFSC)	A2
Amazônia	A2
Ambiente & Sociedade	A1
Areté	A2
Cadernos Cedes	A1
Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas)	A1
Chemistry education research and practice in Europe	A1
Ciência & Educação	A1
Contexto & Educação	A2
Cultural studies of Science education	A1
Educação & Sociedade	A1
Educação e Pesquisa	A1
Educação em Revista	A1
Educación Química	A1
Ensaio	A1
Enseñanza de las Ciencias	A1
Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	A2
Ensino em re-vista	A2
International Journal of Research & Method in education	A1
International Journal of Science and Mathematical education	A1
International Journal of Science education	A1
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Journal of Science communication	A1
Paradigma (Maracay)	A2
Práxis	A2
RBPG – Revista Brasileira da Pós-Graduação	A2
REEC. Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias	A2
Research in Science Education	A1
Revista brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia	A2
Revista brasileira de pesquisa em Educação em Ciências	A2
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2
Revista de ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	A2
Revista electrónica de investigación em Educación en Ciencias	A2
Revista Eletrônica Ensino Saúde e Ambiente	A2
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias	A1
Science & Education (DORDRECHT)	A1

**APÊNDICE B – LISTA DOS ARTIGOS SOBRE A ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA, SELECIONADOS A PARTIR DO TRABALHO DE REVISÃO DA LITERATURA NACIONAL E INTERNACIONAL**

TÍTULO DO ARTIGO	REFERÊNCIA
A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química.	LATINI, R.M.; SANTOS, M.B.P.; CANESIN, F.P.; COTELO, P.F.S.M. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química. <b>Revista Práxis</b> , v. 5, n.10, p.11-19, 2013.
A abordagem CTSA na licenciatura em Química: Caminhos para uma alfabetização cidadã.	FIGUEIREDO, M.C.; RODRIGUES, M.A. A abordagem CTSA na licenciatura em Química: Caminhos para uma alfabetização cidadã. <b>Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências</b> , v. 7, n.13, p.181-192, 2014.
A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental.	ANDRADE, S.A.; OLIVEIRA, R.D.V.L.; QUEIROZ, G.R.P.C.; MELLO, W.Z. M. A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental. <b>Revista Práxis</b> , v. 6, n.11, p.65-78, 2014.
Abordagem CTSA através da temática produção de sabão.	MACHADO, T.F.; SILVA, D.; CORNÉLIO, J.P.L.; PINO, J.C. Abordagem CTSA através da temática produção de sabão. <b>Acta Scientiae</b> , v. 17, n.2, p.510-525, 2015.
Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio.	AMARAL, C.L.C.; XAVIER, E.S.; MACIEL, M.D. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v. 14, n.1, p.101-114, 2009.
Agrotóxicos: Uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de Química sob a perspectiva CTS	BUFFOLO, A.C.C.; RODRIGUES, M.A.; Agrotóxicos: Uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de Química sob a perspectiva CTS. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v. 20, n.1, p.1-14, 2015.
Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de Química	FIRME, R.N.; AMARAL, E.M.R; Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de Química. <b>Ciência e Educação</b> , v.17, n.2, p.383-399, 2011.
Análise de rótulos de produtos domissanitários como forma de discutir a química no cotidiano dos estudantes	GOMES, L.M.J.B.; DIONYSIO, L.G.M.; MESSEDER, J.C. Análise de rótulos de produtos domissanitários como forma de discutir a química no cotidiano dos estudantes. <b>Educación Química</b> , v.26, n.1, p.21-25, 2015.
Análisis del conocimiento pedagógico del curso “ciência y sociedade” a nível universitário	GARRITZ, A.; Análisis del conocimiento pedagógico del curso “ciência y sociedade” a nível universitário. <b>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</b> , v. 4, n.2, p.226-246, 2007.
A Química e a formação para a cidadania.	SANTOS, W.L.P. A Química e a formação para a cidadania. <b>Educación química</b> , v.22, n.4, p.300-305, 2011.
Argumentação em discussões sociocientíficas.	MENDES, M.R.M.; SANTOS, W.L.P. Argumentação em discussões sociocientíficas. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v. 18, n.3, p.621-643, 2013.
Compreensões de licenciandos em química sobre as interações entre ciência-tecnologia-sociedade.	MÜNCHEN, S.; DE TOLENTINO NETO, L. C. B.; ADAIME, M. B. Compreensões de licenciandos em química sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. <b>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e</b>

	<b>Tecnologia</b> , v. 10, n. 2, p.134-152, 2017.
Concepções de professores de Química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula.	FIRME, R.N.; AMARAL, E.M.R. Concepções de professores de Química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. <b>Ciência e Educação</b> , v.14, n.2, p.251-269, 2008.
Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula.	BARBOSA, L.G.D.; LIMA, M.E.C.C.L.; MACHADO, A.H. Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. <b>Ensaio</b> , v.14, n.1, p.113-130, 2012.
CTS no currículo de cursos de licenciatura: ideias dos alunos sobre efeito estufa.	TOMMASIELLO, M.G.C. CTS no currículo de cursos de licenciatura: ideias dos alunos sobre efeito estufa. <b>Revista de Ensino de Ciências e Matemática</b> , v. 3, n.3, p.231-242, 2012.
Formación continua de profesores para una orientación CTS de la enseñanza de química: un estudio de caso.	REBELO, I.S.; PEDROSA, M.A. Formación continua de profesores para una orientación CTS de la enseñanza de química: un estudio de caso. <b>Educación Química</b> , v.18, n.1, p.34-37, 2007.
Homeopatia no ensino de Química para o conceito de diluição extrema numa abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.	MARTINS, D.V.; SANTOS, L.D.; CRUZ, M.C.P. Homeopatia no ensino de Química para o conceito de diluição extrema numa abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. <b>Revista de Educação, Ciências e Matemática</b> . v. 5, n.2, p.37-50, 2015.
La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases em un aula del bachillerato.	GUERRA, G.; ALVARADO, C.; ZENTENOMENDOZA, B.E.; GARRITZ, A. La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases em un aula del bachillerato. <b>Educación Química</b> , v.19, n.4, p.277-288, 2008.
La química cotidiana en documentos de uso escolar: análisis y clasificación.	GONZÁLEZ, M.F.; GRANADOS, A.J. La química cotidiana en documentos de uso escolar: análisis y clasificación. <b>Educación Química</b> , v.25, n.1, p.7-13, 2014.
Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores.	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. <b>Ciência e Educação</b> , v.21, n.1, p.65-83, 2015.
Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada.	MARCONDES, M.E.R.; CARMO, M.P; SUART, R.C.; SOUZA, F.L.; SANTOS JR, J.B.; AKAHOSHI, L.H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v. 14, n.2, p.281-298, 2009.
O enfoque CTS e as Concepções de Tecnologia de Alunos do Ensino Médio.	OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O.M; LORENZETTI, L. O Enfoque CTS e as Concepções de Tecnologia de Alunos do Ensino Médio. <b>Alexandria</b> , v. 9, n.2, p.121-147, 2016.
O ensino CTS na formação inicial de professores de química: implicações de uma proposta didática.	LORENCINI JÚNIOR, A.; BROIETTI, F.C.D.; ASSAI, N.D.S.; ARRIGO, V. O ensino CTS na formação inicial de professores de química: implicações de uma proposta didática. <b>Revista Areté</b> , v. 9, n.19, p.132-146, 2016.
O Ensino de Polímeros na	OLIVEIRA, A.M.; RECENA, M.C.P.; O Ensino de

Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS.	Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS. <b>Alexandria</b> , v. 7, n.1, p.103-126, 2014.
Proposta de atividades com enfoque CTS para professores de Química.	VASCONCELOS, T.N.H.; MACIEL, M.D.; AMARAL, C.L.C.; GAMA, S.M.O.; SOUZA, A.; SILVA, O.C. Proposta de atividades com enfoque CTS para professores de Química. <b>Revista de Ensino de Ciências e Matemática</b> , v. 3, n.3, p.377-388, 2012.
Resgate da memória mediado pela fotografia: Ensino de Ciência-Tecnologia-Sociedade para formação integral do aluno do Ensino profissional.	ROSA, R.A.; LEITE, S.Q.M.; CLAVATTA, M. Resgate da memória mediado pela fotografia: Ensino de Ciência-Tecnologia-Sociedade para formação integral do aluno do Ensino profissional. <b>Ensino, Saúde e Ambiente</b> . v. 1, n.1, p.81-92, 2008.
Science, Technology, Environment, Society (STES) Literacy for Sustainability: What Should it Take in Chem/Science Education?	ZOLLER, U. Science, Technology, Environment, Society (STES) Literacy for Sustainability: What Should it Take in Chem/Science Education?. <b>Educación química</b> , v.24, n.2, p.207-214, 2013.
Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos sócio-científicos em la enseñanza de la química.	ZENTENO-MENDOZA, B.E.; GARRITZ, A.; Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos sócio-científicos em la enseñanza de la química. <b>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</b> , v. 7, n.1, p.2-25, 2009.
Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS.	SANTOS, M.S.; AMARAL, C.L.C.; MACIEL, M.D. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. <b>Ensaio</b> , v.14, n.1, p.227-239, 2012.
Temas sociocientíficos “sabão e detergente” em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS.	SANTOS, M.S.H.; AMARAL, C.L.C.; MACIEL, M.D. Temas sociocientíficos “sabão e detergente” em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS. <b>Revista de Ensino de Ciências e Matemática</b> . v. 3, n.3, p.405-418, 2012.
Uma contribuição teórica da utilização da abordagem CTS no Ensino de Ciências.	SOUZA, F.L. Uma contribuição teórica da utilização da abordagem CTS no Ensino de Ciências. <b>Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas</b> , v. 9, n.17, p.109-121, 2012.
Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para los conceptos con base em la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.	GARRITZ, A.; SOSA, P.; HERNÁNDEZ-MILLÁN, G.; LÓPEZ-VILLA, N.M.L.; NIETO-CALLEJA, E.; REYES-CÁRDENAS, F.M.; HÁRO, C.R. Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para los conceptos con base em la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. <b>Educación Química</b> , v.24, n.4, p.439-250, 2013.

**APÊNDICE C – REVISTAS CONSULTADAS NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES NA ÁREA DE ENSINO DENTRO DO QUADRIÊNIO 2013-2016 SOBRE RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA**

TÍTULO DO PERIÓDICO	QUALIS
Abakós	B1
Acta Scientiae	A2
Actio: Docência em Ciências	B1
Alexandria (UFSC)	A2
Amazônia	A2
Ambiente & Sociedade	A1
Areté	A2
Cadernos Cedes	A1
Chemistry education research and practice in Europe	A1
Ciência e Ensino	B1
Ciência & Educação	A1
Contexto & Educação	A2
Ciência em Tela	B1
Cultural studies of Science education	A1
Educación química	A1
Ensaio	A1
Enseñanza de las Ciencias	A1
Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	A2
Ensino & Pesquisa	B1
Experiências em ensino de ciências	B1
Gondola: Enseñanza y aprendizaje de las ciencias	B1
International Journal of Research & Method in education	A1
International Journal of Science and Mathematical education	A1
International Journal of Science education	A1
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Journal of Science communication	A1
Paradigma (Maracay)	A2
Práxis	A2
Química Nova na Escola	B1
RBPG – Revista brasileira da pós-graduação	A2
REEC. Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias	A2
Research in Science education	A1
Revista brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia	A2
Revista brasileira de ensino de Química	B1
Revista brasileira de pesquisa em Educação em Ciências	A2
Revista Ciência e Tecnologia	B1
Revista Ciência & Ideias	B1
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2
Revista de ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	A2
Revista electrónica de investigación em Educación en Ciencias	A2
Revista eletrônica ensino saúde e ambiente	A2
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias	A1
Science & Education (DORDRECHT)	A1
Science education international	B1
South American Journal of Basic education, technical and technological	B1
Themes in Science and Technology education	B1

**APÊNDICE D – LISTA DOS ARTIGOS SOBRE RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA, SELECIONADOS A PARTIR DO TRABALHO DE REVISÃO DA LITERATURA NACIONAL E INTERNACIONAL**

TÍTULO DO ARTIGO	REFERÊNCIA
Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM	FERNANDES, L.S.; CAMPOS, A. F. Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM. <b>Amazônia</b> , v. 13, n. 25, p. 62-74, 2016.
Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais.	SILVA, F.C.V.; CAMPOS, A.F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. <b>Amazônia</b> , v. 10, n. 19, p. 46-61, 2013.
A Radioquímica e a Idade da Terra	ARAÚJO, D.F.; MÓL, G.S. A Radioquímica e a Idade da Terra. <b>Química Nova na Escola</b> , v. 37, n. 3, p. 164-171, 2015.
A teoria dos campos conceituais de Vergnaud e o ensino da radioatividade.	SCHEFFLER, G.L.; DEL PINO, J.C.; A teoria dos campos conceituais de Vergnaud e o ensino da radioatividade. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , V.8, No. 1, p. 29-46, 2013.
Concepções Alternativas de Liceciandos em Química Sobre Reatividade	SILVA, FCVD; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, MAVD. Concepções Alternativas de Liceciandos em Química Sobre Reatividade. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , v. 8, p. 87-97, 2013.
Contextualizando a Abordagem de Radiações no Ensino de Química	MEDEIROS, M.A.; LOBATO, A.C.; Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. <b>Ensaio</b> , v. 12, n. 3, 2010.
El imaginario social de la energía atómica en los manuales escolares españoles de Física y Química: análisis de un lenguaje específico.	CLOUTE, J.M.G.; GIL, M.I.G.; RODRÍGUEZ, M.S. El imaginario social de la energía atómica en los manuales escolares españoles de Física y Química: análisis de un lenguaje específico. <b>Enseñanza de las ciencias</b> , v. 34, n. 2, p. 151-166, 2016.
Estudiando el fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa: el caso del espía ruso envenenado	SANTOS, S.E.; PÉREZ-ESTEBAN, J. Estudiando el fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa: el caso del espía ruso envenenado. <b>Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</b> , v.9, n.2, p.294-306, 2012.
Examination of the Topic-specific Nature of Pedagogical Content Knowledge in Teaching Electrochemical Cells and Nuclear Reactions	AYDIN, S.; FRIEDRICHSEN, P.M.; BOZ, Y.; HANUSCIN, D.L. Examination of the Topic-specific Nature of Pedagogical Content Knowledge in Teaching Electrochemical Cells and Nuclear Reactions. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , v. 15, n.4, p.658-674, 2014
Historia y didáctica de la Química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie.	MARTÍNEZ-REINA, M.; AMADO-GONZÁLEZ, E. Historia y didáctica de la Química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie. <b>Educación química</b> , v. 24, n. 1, p. 71-78, 2013.
Ideas de los alumnos sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa.	CAO, J.C.; CASTIÑEIRAS, J.M.D. Ideas de los alumnos sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa. Un estudio de caso. <b>Enseñanza de las ciencias</b> , v. 34, n. 3, p. 113-142, 2016.
Marie Skłodowska-Curie y la	PÁEZ, A. M. Marie Sklodowska-Curie y la



radioactividad	radioactividad. <b>Educación química</b> , v. 24, n. 2, p. 224-228, 2013.
O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX.	LIMA, R.S.L.; PIMENTEL, L.C.F.; AFONSO, J.C. O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX. <b>Química Nova na Escola</b> , v.33, n.2, p. 93-99, 2011
Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria.	CAO, J.C.; CASTIÑEIRAS, J.M.D. Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. <b>Enseñanza de las ciencias</b> , v. 33, n. 3, p. 137-158, 2015.
Radioatividade na concepção de estudantes de Angra dos Reis: Um estudo investigativo.	ALVES, T.R.S.; MILATO, J.V.; LIMA, J.P.; MESSEDER, J.C. Radioatividade na concepção de estudantes de Angra dos Reis: Um estudo investigativo. <b>Ciência em tela</b> , v.5, n.2, p. 1-13, 2012
Situação-problema sobre radioterapia no ensino superior de química: Contextos de uma investigação	SILVA, F.C.V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Situação-problema sobre radioterapia no ensino superior de química: Contextos de uma investigação. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , v.12, n.1, 2017
“Titia vem cá ver a pedra alumiante que o papai trouxe”– história da ciência, radioatividade e o cézio-137 em goiânia: Propostas para uma unidade didática	GOMES, P.C.; JÚNIOR, J. L.; DELAROLE, R. “Titia vem cá ver a pedra alumiante que o papai trouxe”–história da ciência, radioatividade e o cézio-137 em goiânia: Propostas para uma unidade didática. <b>Ensino, Saude e Ambiente</b> , v. 8, n. 1, p.26-56, 2015.
Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade	VASCONCELOS, F.C.G.C.; LEÃO, M.B.C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade. <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v.17, n.1, p.37-58, 2012.

**APÊNDICE E – LISTA DOS ARTIGOS SOBRE ABORDAGEM CTS PARA O ESTUDO DE RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA, SELECIONADOS A PARTIR DO TRABALHO DE REVISÃO DA LITERATURA NACIONAL E INTERNACIONAL**

TÍTULO DO ARTIGO	REFERÊNCIA
Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica.	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. <b>Educação e Pesquisa</b> , v.43, n.2, p.411-426, 2017.
Enfoque CTS en la Enseñanza de la Energía Nuclear: Análisis de su Tratamiento en textos de Física y Química de la ESO	GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M. Enfoque CTS en la enseñanza de la Energía Nuclear: análisis de su tratamiento. <b>Enseñanza de las ciencias</b> , v. 26, n. 1, p. 107-124, 2008.

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO E COLETA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS SUJEITOS



Universidade Federal do Piauí  
 Centro de Ciências da Natureza  
 Programa de Pós-graduação em Química  
 Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
 Curso de Extensão "Radioatividade e Sociedade:  
 transformando pontos de vista"



### QUESTIONÁRIO INICIAL DE CARACTERIZAÇÃO

---

Prezado(a) aluno(a),  
 Por favor, responda com atenção cada uma das questões abaixo.

#### Bloco 1: Informações Pessoais

1. Nome completo:
2. Idade:
3. Cidade/Estado de Origem:

#### Bloco 2: Formação Estudantil

1. Ensino Fundamental: ( ) Escola Pública ( ) Escola Privada  
 ( ) Outro: \_\_\_\_\_
2. Ensino Médio: ( ) Escola Pública ( ) Escola Privada  
 ( ) Outro: \_\_\_\_\_
3. Graduação:  
 Instituição:  
 Curso:  
 Período:

#### Bloco 3: Questões específicas

1. O que você entende por radiação?
  2. O que você entende por Radioatividade?
  3. Liste situações ou fenômenos que lembrem Radioatividade.
  4. Em sua opinião, quais os principais efeitos provocados pelas emissões radioativas?
  5. Existe possibilidade de acidente nuclear no Brasil? Explique.
  6. Você já ficou exposto a algum tipo de radiação? Qual?
  7. Existe alguma maneira de se proteger das radiações? Explique.
  8. Em que lugares podemos encontrar materiais radioativos?
  9. Você conhece algum lugar destinado ao lixo radioativo em sua cidade?
  10. Qual dos itens abaixo você conhece? Caso conheça, explique em que consiste cada um deles.
- ( ) Fissão Nuclear  
 ( ) Reação em cadeia  
 ( ) Partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$   
 ( ) Radiação Ionizante  
 ( ) Tempo de meia-vida

Em sua opinião, de que maneira a energia nuclear pode ser aplicada?

## APÊNDICE G - CASO FICTÍCIO UTILIZADO PARA *ROLEPLAY*



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós-graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de Extensão "Radioatividade e Sociedade:  
transformando pontos de vista"



### 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.

**APÊNDICE H - ROTEIRO DE PESQUISA PARA PARTICIPAÇÃO EM *ROLEPLAY*.**

Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós-graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de Extensão "Radioatividade e Sociedade:  
transformando pontos de vista"

**ROTEIRO DE PESQUISA PARA A PARTICIPAÇÃO NO *ROLEPLAY***

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.

## APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO SOBRE O VÍDEO “CLÁ CURIE: A SAGA DO PRÊMIO NOBEL”



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós-graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de Extensão “Radioatividade e Sociedade:  
transformando pontos de vista”



### QUESTÕES SOBRE O FILME CLÁ CURIE: A SAGA DO PRÊMIO NOBEL

---

1. Aonde nasceu Marie Curie?
2. Marie Curie nasceu em um contexto histórico decisivo para o seu país. Que momento era esse? De que maneira isso influenciou a vida de Marie Curie?
3. Que acordo Marie fez com sua irmã Bronia?
4. O que motivou a saída de Marie Curie da sua terra Natal?
5. Quem foi Pierre Curie?
6. Por que Marie hesitou o pedido de casamento de Pierre Curie?
7. Sobre o que tratou a tese de doutorado de Marie Curie?
8. Em que consistiam os estudos de Becquerel? O que ele descobriu?
9. Com base nos estudos sobre irradiação, o casal Curie estabeleceu um dispositivo de medição de radiação composta de um eletrômetro e uma câmara de ionização. Por que o eletrômetro detectou que o ar se tornou condutor na experiência de Marie Curie?
10. Que elementos químicos foram descobertos por Marie Curie?
11. Que nome é dado à emissão de energia estudada por Marie Curie?
12. Por que Marie e Pierre começaram a sentir-se mal de saúde durante as pesquisas?
13. Qual a contribuição de Rutherford no estudo da radioatividade?
14. Que relação há entre os elementos radioativos e as ideias alquimistas primitivas?
15. De que maneira foi descoberta a radioterapia?
16. Por que os Curie não quiseram patentear sua descoberta?
17. Que doença afetou os colaboradores dos Curie? Por quê?
18. Qual a contribuição de Marie Curie na I Guerra Mundial, no campo da medicina?

19. Quem foi Iréne Curie?
20. Qual a principal contribuição de Iréne e Frédéric Joliot quanto à radioatividade?
21. Como se descobriu a existência de reações em cadeia? O que isso significa?
22. Em 1939 Frédéric Joliot decide parar de publicar os resultados de suas pesquisas. Por que isso aconteceu?
23. O que é água pesada? Por que ela e os princípios da reação em cadeia foram escondidos?
24. Com que finalidade foi utilizada, a pilha nuclear?
25. Em sua opinião, quais as contribuições que a descoberta da radioatividade trouxe para a humanidade? Quais as consequências advindas de tais descobertas?
26. O que mais chamou sua atenção no filme apresentado?

*As questões aqui elencadas foram baseadas no questionário utilizado na Dissertação “A Radioatividade como tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade com foco em História e Filosofia da Ciência” de Luciana da Cruz Machado da Silva (2010).*



## APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO SOBRE O VÍDEO “LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSIO 137”



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós-graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de Extensão “Radioatividade e Sociedade:  
transformando pontos de vista”



### QUESTÕES SOBRE O ACIDENTE EM GOIÂNIA COM CESIO-137

---

1. O que os amigos Wagner e Roberto procuravam ao entrar no prédio abandonado de uma antiga clínica médica?
2. De que era composto o material coletado no antigo prédio por Wagner e Roberto? Por que tal material apresentou tanto interesse aos amigos?
3. Ao romper o lacre do material coletado, os amigos Wagner e Roberto observaram que havia a liberação de um pó desconhecido. Qual atitude deveria ser tomada mediante a essa observação? Que atitude eles tomaram?
4. Após o contato com o material, as pessoas próximas apresentaram problemas de saúde. Que problemas foram esses? Tais problemas eram decorrentes de quê?
5. O material foi vendido para o ferro velho, aonde a peça foi desmontada. À noite, o dono do Ferro Velho, Devair, é atraído por um brilho advindo da peça. Em que consistia essa luz?
6. Um ano antes do caso de Goiânia, houve um acidente na cidade de Chernobil em uma usina nuclear. Você conhece a respeito? O que ocasionou tal acidente?
7. O que é o Césio-137? Quais suas aplicações?
8. Em sua opinião, o acidente em Goiânia poderia ter sido evitado? Que medidas poderiam ter sido tomadas?
9. Vimos no vídeo que a contaminação radioativa se deu, não apenas por contato direto com o Césio 137, mas também por aproximação com pessoas contaminadas. Como essa contaminação poderia acontecer?
10. O que significa CNEN? Qual sua finalidade?
11. O que foi feito com os objetos dos moradores da região contaminada e com o lixo radioativo? Por que tal medida foi tomada?
12. Além dos problemas físicos sofridos pelas vítimas, elas também sofreram com problemas psicológicos e sociais. Quais foram eles?

13. O que aconteceu com os donos da antiga clínica abandonada?
14. Há bombas de Césio em funcionamento no Brasil? Elas são tão perigosas como o Césio encontrado na Clínica abandonada?
15. O mais chamou sua atenção no caso de Goiânia?

## APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO SOBRE O VÍDEO “TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES”



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós-graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de Extensão “Radioatividade e Sociedade:  
transformando pontos de vista”



### QUESTÕES SOBRE TECNOLOGIAS NUCLEARES

---

1. Que ramos da ciência são beneficiados por meio da tecnologia nuclear? Exemplifique.
2. Em que consiste o IPEN?
3. Qual a função de um reator nuclear? Como ele funciona?
4. Explique como acontece o processo de fissão do átomo. Por que tal processo permite a obtenção de Energia?
5. Em que consiste o Efeito Cherenkov?
6. Qual a diferença entre material irradiado e material radioativo?
7. O centro de tecnologia das radiações do IPEN abriga o irradiador de Cobalto 60, capaz de fazer a esterilização de diversos produtos, inclusive alimentos. Caso seja feita a esterilização de certa quantidade de frutas e logo encaminhadas ao comércio para serem vendidas e consumidas, haverá problemas de saúde para o consumidor e/ou para o vendedor? Explique.
8. Que diferença há entre a medicina nuclear e a radiologia?
9. O que são radiofármacos? Qual sua utilização?
10. De que maneira a tecnologia nuclear beneficia a agricultura?
11. De que maneira a tecnologia nuclear beneficia o Meio Ambiente?
12. A utilização de usinas nucleares tem sido vista como alternativa para a geração de energia, uma vez que o território brasileiro apresenta grande reserva de Urânio, e também porque tal energia oferece grandes benefícios, que podem ser de caráter econômico, ambiental, etc. Com base nisso, apresente alguns benefícios advindos da energia nuclear.
13. O que mais chamou sua atenção no vídeo acerca das Tecnologias Nucleares?

## APÊNDICE L – AULA EXPOSITIVA BASEADA NO VÍDEO “A SAGA DO PRÊMIO NOBEL - O CLÃ CURIE”

# O CLÃ CURIE: A SAGA DO PRÊMIO NOBEL



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós Graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de extensão: “Radioatividade e Sociedade:  
Transformando pontos de vista”



## NASCIMENTO

- 7 de novembro de 1867
- Polônia sob domínio da Rússia
- Pouca oportunidade de estudos para mulheres



## UNIVERSIDADE DE PARIS

---

- Idade: 24 anos
- 1800 estudantes → 23 mulheres

*“Em Paris, a palavra para uma mulher estudante, étudiante, tinha quase as mesmas conotações dúbias que a palavra modelo tem hoje. Nenhum pai de família respeitável sujeitaria a filha a tal humilhação, especialmente quando o fato de educá-la só vinha piorar as coisas.”*

*(Paul Strathern)*

[ 3 ]

## PIERRE CURIE

---



Iniciou sua graduação aos 16 anos;

Aos 18 anos, formou-se em Ciências físicas;

Com 19 anos tornou-se assistente de seu professor e demonstrador de física nas aulas práticas dos alunos.

[ 4 ]

## PIERRE CURIE

---

- Pesquisador nas áreas da cristalografia e do magnetismo;
- Descoberta da Piezeletricidade;
- Aos 32 anos designado chefe do laboratório na Escola de Física e Química Industriais de Paris;
- Aos 44 anos, assume o cargo de professor de física;
- Doutorado → Ponto de Curie



5

## PESQUISAS IMPORTANTES

---

- Raios catódicos (Crooks);
- Raios – X (Röntgen);
- Experimento de Becquerel.



**Tese de doutorado de Marie Curie**

6

## PESQUISAS IMPORTANTES



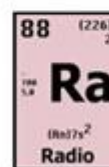
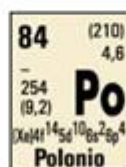
[ 7 ]

## RADIOATIVIDADE

- Atividade em minérios:
  - Pechblenda



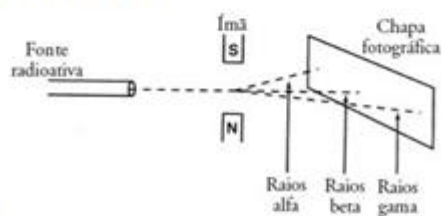
- Descoberta de novos elementos:
  - Polônio
  - Rádío



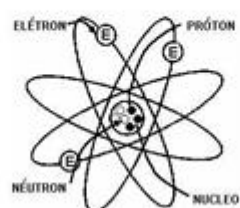
[ 8 ]

# RADIOATIVIDADE

- Emissão radioativa

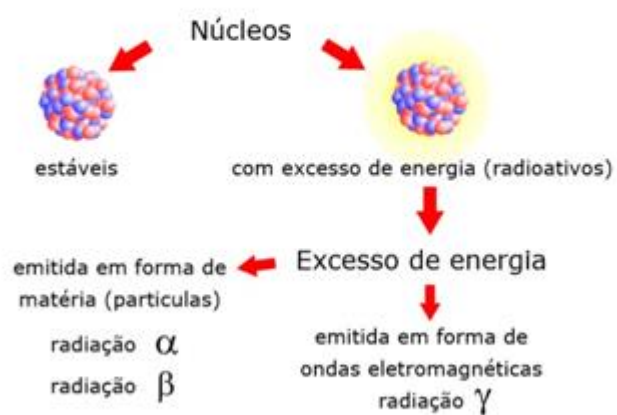


- O átomo



9

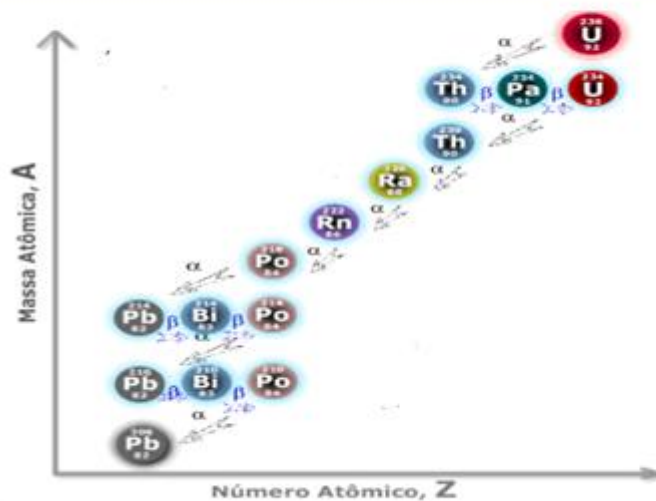
# RADIOATIVIDADE



10



## TRANSMUTAÇÃO



11

## RADIOATIVIDADE E APLICAÇÕES

Radioterapia;

Primeira Guerra Mundial

“Cosméticos”

12

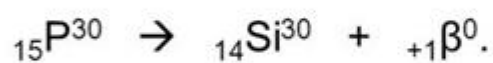
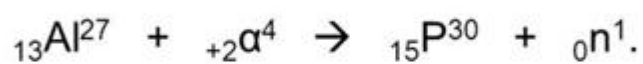
## IRÉNE JOLIOT-CURIE

- Filha mais velha do casal Curie;
- Nobel em 1935 → síntese de novos elementos radioativos;
- Ajudante de Marie Curie na I Guerra Mundial;
- Precursora da descoberta da fissão nuclear e dos nêutrons.



13

## RADIOATIVIDADE ARTIFICIAL



PRÊMIO NOBEL



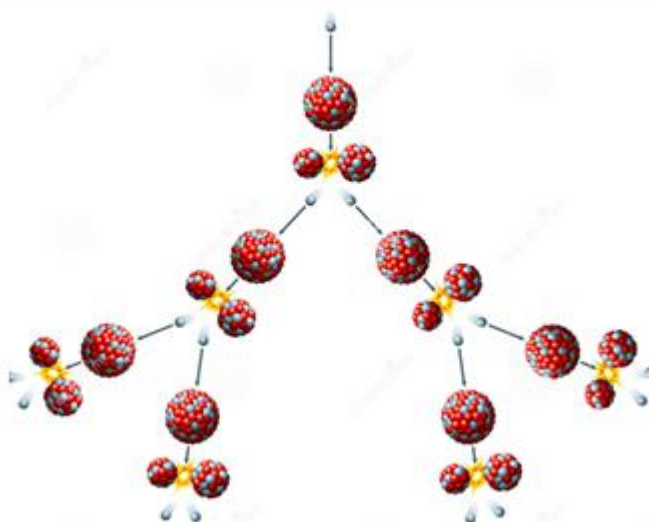
14

## FISSÃO NUCLEAR



[ 15 ]

## REAÇÃO EM CADEIA



[ 16 ]


## REFERÊNCIAS

---


- FARIAS, Robson Fernandes. As mulheres e o Prêmio Nobel de Química. **Química Nova na Escola**, v. 14, 2001, p.28-30
- Lee, J. D.; **Química Inorgânica não tão Concisa**; Tradução: Toma, H. E.; Rocha, R. C.; Edgard Blücher Ltda.: São Paulo, 1999
- MARTINS, J. B. **História da energia nuclear**. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/historia.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2015
- MARTINS, R. de A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 7, p. 27-45, 1990.
- SCHILLING, Voltaire. Polônia: a luta pela liberdade. **Cadernos de História**. Memorial do Rio Grande do Sul. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2005
- STRATHERN, Paul. **Curie e a Radioatividade**, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998 (Coleção em 90 Minutos)

## APÊNDICE M - AULA EXPOSITIVA BASEADA NO VÍDEO “LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSIO 137”

# ACIDENTE EM GOIÂNIA COM CÉSIO-137



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós Graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de extensão: “Radioatividade e Sociedade: Transformando pontos de vista”



## ENERGIA

---

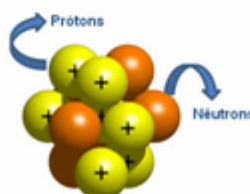
Medida da capacidade de gerar trabalho

- Energia Cinética
- Energia Potencial
- Energia Luminosa
- Energia Térmica
- Energia Magnética
- Energia Nuclear

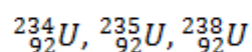
[ 2 ]

## ENERGIA NUCLEAR

- NÚCLEO {
  - PRÓTONS
  - NÊUTRONS



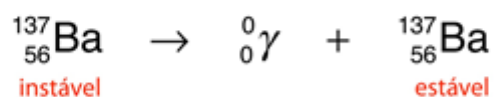
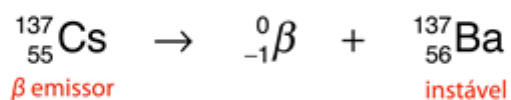
- ISÓTOPOS → Elementos químico com massas diferentes e mesmo número atômico



[ 3 ]

## CÉSIO-137

- Isótopo radioativo;
- Transmuta-se em bário a fim de adquirir estabilidade;



- Tempo de meia vida: 30,17 anos.

[ 4 ]

## CLORETO DE CÉSIO

---

Higroscópico;

Excitados pelas próprias desintegrações  
→ Luminescência azul intensa

[ 5 ]

## CÉSIO-137

---

### Aplicações

- Medicina → Inativação do Câncer em seres humanos;
- Esterilização em escala industrial;
- Preservação de alimentos;
- Traçador de partículas no ar e em águas naturais.

[ 6 ]

## CÉSIUM-137 E CORPO HUMANO

---

### Radiações da ordem de:

- **150 a 400 rem:** problemas digestivos leves, perda parcial dos pelos e cabelos, cansaço, problemas sanguíneos sem muita gravidade, náuseas, e diarreia;
- **400 a 600 rem:** Náuseas, vômitos, vertigens, perda dos pelos cabelos em duas ou seis semanas, modificação da composição sanguínea, riscos de morte, caso não haja controle;

[ 7 ]

## CÉSIUM-137 E CORPO HUMANO

---

### Radiações da ordem de:

- **600 a 2000 rem:** Problemas sanguíneos e digestivos graves, diarreia e vômitos; há riscos de perfuração intestinal; a morte pode se seguir quinze dias após a irradiação.
- **Acima de 2000 rem:** a morte parece inevitável.

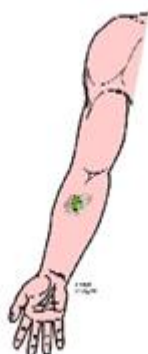
[ 8 ]



## CÉSIU-137 E CORPO HUMANO

### IRRADIAÇÃO ≠ CONTAMINAÇÃO

contaminação



irradiação



[ 9 ]

## CÉSIU-137 E CORPO HUMANO

### DESCONTAMINAÇÃO

- Banhos de descontaminação;
- Aumento da sudorese;
- Azul da Prússia

[ 10 ]

## TRATAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

### CLASSIFICAÇÃO:

- Classe 0: Rejeitos isentos (RI)
- Classe 1: Rejeitos de Meia-Vida Muito Curto (RVMC)
- Classe 2: Rejeitos de baixo e médio Níveis de radiação (RBMN)
- Classe 3: Rejeitos de Alto Nível de Radiação (RAN)



[ 11 ]

## TRATAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

### GERÊNCIA

- SEPARAÇÃO DE QUAISQUER OUTROS MATERIAIS
- Estado físico (sólidos, líquidos ou gasosos);
- Meia-vida (muito curta, curta ou longa);
- Compactáveis ou não compactáveis;
- Orgânicos e inorgânicos;
- Biológicos (putrescíveis e patogênicos);
- Outras características perigosas

[ 12 ]

## TRATAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

### GERÊNCIA

- Separação de quaisquer outros materiais;
- Acondicionamento em recipientes adequados;
- Identificação;
- Armazenamento adequado até atingir atividade semelhante à ambiente.

[ 13 ]

## TRATAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

### EM GOIÂNIA

Construção de depósitos



Depósito provisório do césio-137, em Abadia de Goiás

[ 14 ]

# TRATAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

EM GOIÂNIA

Construção de depósitos



Entrada do depósito onde estão armazenados os rejeitos do césio-137

[ 15 ]

# ACIDENTE RADIOATIVO EM GOIÂNIA



Depósito de ferro velho que comprou a fonte radioativa

Fonte: <http://jornalismoambiental.uniritter.edu.br/?p=367>



Prédio em ruínas, de onde foi retirada a peça contendo Césio-137

Fonte: <http://jornalismoambiental.uniritter.edu.br/?p=367>

[ 16 ]

## ACIDENTE RADIOATIVO EM GOIÂNIA



Técnico da CNEM avaliando o nível de contaminação na população para triagem

Fonte: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/0018.html>



Aparelhos que detectam material radioativo, usados na época do acidente

Fonte: <http://g1.globo.com/goias/noticia/2012/09/deposito-de-rejeitos-do-cesio-137-em-abadia-de-goias-foi-silvo-de-polemica.html>

[ 17 ]

## ACIDENTE RADIOATIVO EM GOIÂNIA



Processo de descontaminação do local atingido pelo Césio-137

Fonte: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/0018.html>



Sacrifício de animais domésticos contaminados

Fonte: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/0018.html>

[ 18 ]



## OUTROS ACIDENTES RADIOATIVOS

---

- CHERNOBYL (1986)
- País: Ucrânia
- Causa: Falha humana
- Consequências: Proporções desconhecidas



[ 19 ]

## OUTROS ACIDENTES RADIOATIVOS

---

- KYSHTYM (1957)
- País: Rússia
- Causa: Falha no sistema
- Consequências: Cerca de 10.000 pessoas evacuadas e pelo menos 200 mortes



[ 20 ]

## OUTROS ACIDENTES RADIOATIVOS

---

- WINDSCALE (1957)

- País: Inglaterra

- Causa: Falha humana.

- Consequências: Câncer por contaminação em comunidades vizinhas.



[ 21 ]

## OUTROS ACIDENTES RADIOATIVOS

---

- FUKUSHIMA (2011)

- País: Japão

- Causa: Ambientais

- Consequências: Devastação de cidades, destruição e mortes.



[ 22 ]

## REFERÊNCIAS

---

- ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 3. ed., Porto Alegre, 2006.
- COLLINS, K. E.; JARDIM, I. C. S. F.; COLLINS, C. H. O que é Césio-137. **Química Nova**, v. 11, n. 2, 1988.
- CRUZ, F.F.S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 4, n. 3, p. 164-169, dez. 1987.
- DUPUY, Jean-Pierre. A catástrofe de Chernobyl vinte anos depois. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 243-252, 2007.
- MARTINS, J. B. **Energia Nuclear e suas aplicações**. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/historia.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2015

[ 23 ]

## REFERÊNCIAS

---

- MELO, G.S, FAÇANHA, I.S, **Uso da Energia Nuclear: A tragédia de Chernobyl e a retomada do programa nuclear brasileiro**. Disponível em: <[http://parati.fa7.edu.br/recursos/imagens/File/direito/ic/v\\_encontro/usodeenergianuclear.pdf](http://parati.fa7.edu.br/recursos/imagens/File/direito/ic/v_encontro/usodeenergianuclear.pdf)>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2016
- OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. **estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013.
- VIEIRA, Suzane de Alencar. Césio-137, um drama recontado. **estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 217-236, 2013.
- Norma CNEN-NE-6.05, **Gerência de rejeitos radioativos em Instalações Radiativas**, 17/12/1985

[ 24 ]



## APÊNDICE N – AULA EXPOSITIVA BASEADA NO VÍDEO “TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES”

# TECNOLOGIAS NUCLEARES



Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Programa de Pós Graduação em Química  
Núcleo de Pesquisa em Ciências Básicas  
Curso de extensão: “Radioatividade e Sociedade:  
Transformando pontos de vista”

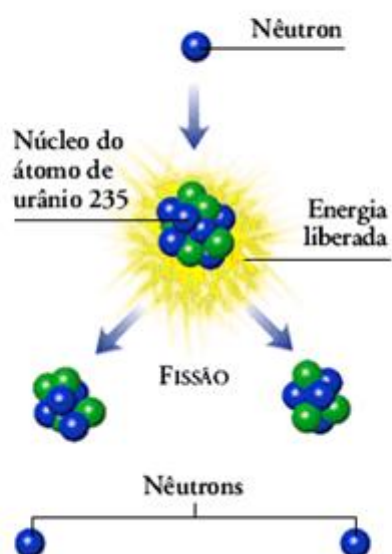


## APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reatores Nucleares</li></ul>
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo de operação barato;</li><li>• Energia limpa;</li><li>• Território brasileiro com grande reserva de Urânio.</li></ul>

[ 2 ]

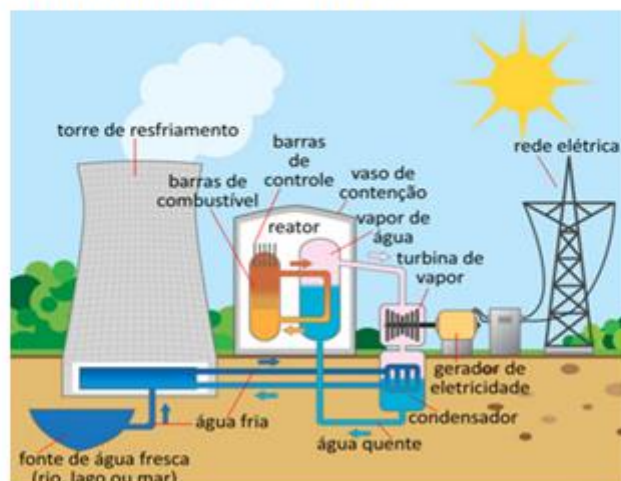
## FISSÃO NUCLEAR



[ 3 ]

## APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

- Como funciona o Reator Nuclear



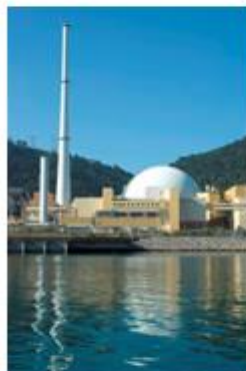
[ 4 ]

## ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL



**Angra 1**

Fonte:  
<http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/centralnuclear/angra1.aspx>



**Angra 2**

Fonte:  
<http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/centralnuclear/angra2.aspx>

[ 5 ]

## ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL



**Angra 3**

Fonte: <http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/centralnuclear/angra1.aspx>

[ 6 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

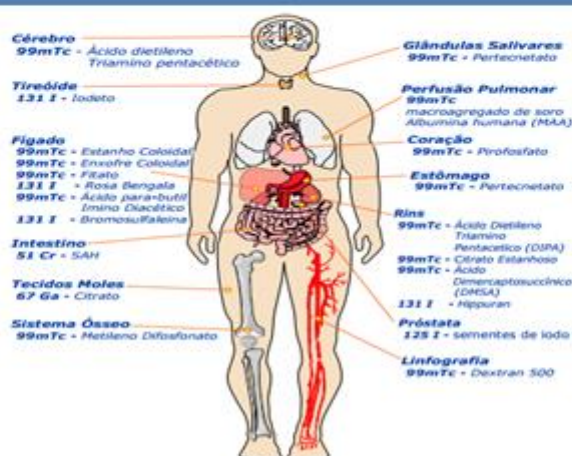
## Medicina

- Radiofármacos
    - Traçadores radioativos
  - Radioterapia
    - Bomba de Césio-137 e Cobalto-60
  - Radiologia diagnóstica
  - Radiografia
  - Tomografia
- Raios X

[ 7 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Medicina



[ 8 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Medicina



[ 9 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Agricultura

- Traçadores radioativos
- Eliminação das pragas
- Conservação de produtos agrícolas

[ 10 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Indústria

- Gamagrafia
- Esterilização de materiais
- Alteração de cor de pedras semipreciosas

[ 11 ]

# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Preservação de Alimentos por irradiação



[ 12 ]

## APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

ENEM - 2012

- A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

[ 13 ]

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

## APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

ENEM - 2012

- **A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois:**
  - a) O material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado;
  - b) a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material;
  - c) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos;
  - d) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde;
  - e) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

[ 14 ]



# APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

## Datação por carbono-14



[ 15 ]

## ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS

### NACIONAIS

- CNEN
- IPEN
- IRD
- CDTN
- CENA
- ABENDI
- ELETRONUCLEAR

### INTERNACIONAIS

- AIEA
- ICRP
- ICRU

[ 16 ]



## REFERÊNCIAS

- ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2006.
- FURTADO, F. Angra 3: uma decisão polêmica. **Ciência Hoje**, v. 43, n. 254, p. 40-45, 2008.
- Lee, J. D.; **Química Inorgânica não tão Concisa**; Tradução: Toma, H. E.; Rocha, R. C.; Edgard Blücher Ltda.: São Paulo, 1999
- MARTINS, J. B. **Energia Nuclear e suas aplicações**. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/historia.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2015
- ÓRGÃOS Responsáveis pelo Uso da Energia Nuclear no Brasil e no Mundo. 2010. Disponível em: [http://abrahamo-radiologia.blogspot.com.br/2010/08/orgaos-responsaveis-pelo-uso-da-energia\\_27.html](http://abrahamo-radiologia.blogspot.com.br/2010/08/orgaos-responsaveis-pelo-uso-da-energia_27.html) , Acesso em 17 de maio de 2016
- XAVIER, Allan Moreira et al. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 83, 2007.



## ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Uso de abordagem CTS para o tratamento do tema radioatividade no ensino superior de química

**Pesquisador:** Luciana Nobre de Abreu Ferreira

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 52760916.0.0000.5214

**Instituição Proponente:** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.698.552

**Apresentação do Projeto:**

Uma maneira de preparar os estudantes para a inserção dos conhecimentos científicos no contexto social é por meio da ênfase nos currículos CTS

(Ciência-TecnologiaSociedade), os quais oferecem a possibilidade de trabalhar com temas atuais e de grande influência social, permitindo que o

conteúdo seja trabalhado por diferentes aspectos, de maneira que os estudantes possam ser educados cientificamente e façam uso desses

conhecimentos de modo significativo na sociedade. Nesse ínterim, a radioatividade é um tópico pertinente ao estudo da química que requer uma

abordagem CTS específica, uma vez que tem sido amplamente empregada na sociedade, apresentando tanto benefícios como riscos à população.

Portanto, trabalhar o conteúdo de radioatividade tendo como premissa sua influência na tecnologia e na sociedade pode proporcionar aos alunos uma

aprendizagem mais efetiva, tornando-os cidadãos mais críticos e alfabetizados cientificamente. Nesse sentido, temos como objetivos no presente

projeto elaborar e aplicar uma proposta de ensino do tema radioatividade pautada na abordagem CTS tendo em vista estimular a tomada de decisão

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa

**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550

**UF:** PI **Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



Continuação do Parecer: 1.698.552

de caráter científico, tecnológico e social em estudantes de graduação em química acerca da temática. A análise dos dados será realizada a partir de transcrições das gravações das atividades e da leitura das produções escritas. Os dados serão avaliados por meio de análise do discurso francesa, na perspectiva de Eni Orlandi, por meio da qual será possível observar os sentidos produzidos a partir das atividades desenvolvidas, especialmente aqueles voltados ao tema estudado e as implicações sociais que oferece.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

-Estimular a tomada de decisão de caráter científico, tecnológico e social em estudantes de Graduação em Química acerca do tema radioatividade por meio de atividades baseadas na abordagem CTSA.

Objetivo Secundário:

-Promover a aquisição de conhecimentos concernentes à radioatividade em estudantes de graduação em química, de forma que eles possam interpretar fenômenos do cotidiano a partir de tais conhecimentos adquiridos;  
-Estimular a alfabetização científica dos estudantes de química, de forma a tomarem decisões responsáveis frente a problemas de caráter social e tecnológico.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

-Considerando que as ações do presente projeto envolvem a coleta de dados em ambientes da universidade, as quais englobam observações, registros e filmagens em áudio e/ou vídeo de aulas; manifestações orais e escritas dos estudantes e professores, acreditamos que as principais dificuldades estejam relacionadas à disponibilidade dos atores envolvidos (professores e alunos) em participarem do estudo. Na existência de tais obstáculos, procuraremos subterfúgios no que diz respeito a cada um deles. Entendemos, também, que os participantes poderão correr riscos de constrangimento ao responderem aos questionários e/ou quando estiverem participando das discussões pertinentes à etapa de roleplay (atribuição de papéis). Para contornar esses riscos, todas as atividades desenvolvidas no decorrer desta pesquisa foram elaboradas de modo a evitar danos fisiológicos ou psicológicos aos participantes e a ser minimamente invasivas à sua intimidade. Outrossim, será facultado aos participantes se recusarem a participar de qualquer uma das etapas da pesquisa se, por ventura, se sentirem prejudicados de alguma forma, ficando

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa  
**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550  
**UF:** PI **Município:** TERESINA  
**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



Continuação do Parecer: 1.698.552

livres de qualquer forma de penalidade. É necessário frisar, ainda, que riscos e dificuldades de outras ordens poderão emergir ao longo do desenvolvimento do projeto, os quais tentaremos contornar com o intuito de não comprometer a coleta dos dados e a saúde integral dos sujeitos envolvidos.

**Benefícios:**

Os métodos a serem utilizados podem sinalizar contribuições na elaboração de outros tipos de atividades de ensino realizadas nos moldes da abordagem CTS de ensino e que tenham potencial de favorecer a compreensão sobre a natureza da ciência e processo de tomada de decisão. Os alunos participarão ativamente no processo de ensino aprendizagem, e receberão subsídios e mecanismos que estimularão a interpretação e

análise das questões discutidas, bem como a reflexão de forma crítica, relacionando-as ao seu cotidiano e à sua profissão, podendo, assim compreender a relevância dos conhecimentos científicos para a sociedade.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O Projeto de pesquisa está bem elaborado e apresenta os componentes necessários para sua aprovação. A metodologia é clara e o termo de consentimento livre e esclarecido é suficiente para garantir a segurança dos participantes do projeto.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos solicitados foram apresentados.

**Recomendações:**

Sem recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto de pesquisa encontra-se apto para ser desenvolvido.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_648123.pdf	17/07/2016 22:37:49		Aceito
Outros	Carta_resposta_as_pendencias_17jul2016.pdf	17/07/2016 22:30:15	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa  
**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550  
**UF:** PI **Município:** TERESINA  
**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



Continuação do Parecer: 1.698.552

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Lourdilene_modificado2.pdf	17/07/2016 22:24:15	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Escl arecido_para_os_participantes_modifica do2.pdf	17/07/2016 22:21:45	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	Carta_resposta_as_novas_pendencias.p df	29/06/2016 13:00:28	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Escl arecido_para_os_participantes_modifica do.pdf	29/06/2016 12:59:46	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	Carta_resposta_as_pendencias.pdf	25/05/2016 10:23:57	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Lourdilene_modificado.pdf	25/05/2016 10:18:27	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	termo_de_confidencialidade_datado_e_ assinado.pdf	26/01/2016 16:17:22	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	questionario_de_caracterizacao_dos_suj eitos.pdf	25/01/2016 20:55:09	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	questoes_tecnologias_nucleares.pdf	25/01/2016 20:46:38	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	Estudo_de_caso.pdf	25/01/2016 19:22:36	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	questoes_acidente_com_cesio137.pdf	25/01/2016 17:51:03	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	questoes_curie.pdf	25/01/2016 17:47:12	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	Lattes_Luciana_Nobre.pdf	25/01/2016 17:23:02	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	25/01/2016 17:09:08	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento_assinada.p df	19/01/2016 00:39:52	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Lourdilene.pdf	18/01/2016 17:08:03	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Escl arecido_para_os_participantes.pdf	18/01/2016 16:38:46	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_pesquisadores_assina da.pdf	18/01/2016 16:35:09	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Aceito

**Situação do Parecer:**

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa  
**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550  
**UF:** PI **Município:** TERESINA  
**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



Continuação do Parecer: 1.698.552

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 26 de Agosto de 2016

---

**Assinado por:**

**Adrianna de Alencar Setubal Santos  
(Coordenador)**



## **ANEXO B - CARTA DE TOMADA DE DECISÃO REDIGIDA PELA EQUIPE REPRESENTANTE DA ASSOCIAÇÃO DAS VÍTIMAS NO ROLEPLAY**

Decisão da Associação das Vítimas na implantação da usina Nuclear em Radioisópolis.

A associação foi criada há 50 anos devido ao acidente radiativo em um hospital da cidade por descaso com o material contaminado. Durante esses anos, a associação sempre buscou amparar todas as vítimas que foram 365 pessoas contaminadas e 8 mortos (neste caso, para ajuda financeira aos parentes).

A posição da associação atualmente é favorável à implantação da usina, contudo algumas reivindicações terão que ser atendidas para a nossa decisão final ser tomada. As reivindicações seguem abaixo:

- 1 – Criação da sede da associação das vítimas do acidente de 50 anos atrás.
- 2 – Contratação de profissionais de saúde como psicólogos, médicos, enfermeiros... para o acompanhamento dessas vítimas e familiares.
- 3 – Distribuição de medicamentos para as vítimas do acidente que dependem deles até hoje.
- 4 – Distribuição de E.P.I's para população antes da implantação da usina.
- 5 – Treinamento para evacuação da população antes da criação da usina, em caso de acidente.
- 6 – A ajuda do Governo municipal para as vítimas que possuem um custo muito alto, devido suas necessidades especiais vindas do acidente.
- 7 – Criação de um fundo de apoio a futuras vítimas em caso de acidente.

Mediante o cumprimento de todas as reivindicações a “Associação de Vítimas do acidente” mostra-se favorável a implantação da usina na cidade, que trará muitos benefícios à população e o desenvolvimento econômico da região.



## **ANEXO C - CARTA DE TOMADA DE DECISÃO REDIGIDA PELA EQUIPE REPRESENTANTE DA POPULAÇÃO NÃO AFETADA PELO ACIDENTE NO ROLEPLAY**

Após incansáveis discussões, analisamos todos os pontos de vista. Concluímos que a implantação da Usina nuclear na nossa cidade irá trazer muitos benefícios a população.

Entretanto existem algumas exigências que para o bem de todos precisam ser compridas por parte das autoridades e dos empresários interessados na implantação da usina nuclear:

- Que haja escolas preparadas para fazer palestras sobre a radiação e a usina em si;
- Que sejam gerados empregos para a comunidades;
- Centro de apoio para as vítimas de 50 anos atrás;
- Fiscalização rigorosa na ~~em~~ usina, para que possam ser descartadas a possibilidade de uma contaminação;
- Estabelecer um contrato com todos os moradores, onde estejam descritos todos os seus direitos no caso de uma futura contaminação;
- Menor risco de área desmatada para a construção da usina;
- Em caso de contaminação, que ocorra a alerta rápida para a comunidade, transporte a disposição para evacuação;

## **ANEXO D - CARTA DE TOMADA DE DECISÃO REDIGIDA PELA EQUIPE REPRESENTANTE PELOS GOVERNANTES MUNICIPAIS NO *ROLEPLAY***

### **Grupo dos Governantes**

A partir do estudo das condições para instalação de uma usina nuclear, o grupo dos governantes é a favor a construção da usina. Os estudos realizados os cientistas e engenheiros apontou uma fonte de urânio na região.

Como parte do projeto para instalação será desenvolvido o centro de assistência às vítimas da radiação e promoverá auxílio as vítimas da tragédia ocorrido a 50 anos e formação população da cidade sobre as políticas implementadas para segurança e manutenção da usina.

Os projetos para a área ambiental estão relacionados ao desenvolvimento de uma reserva ecológica que possa servir como compensação a possíveis danos trazidos a fauna e flora originais. Existe a preocupação seguida de fiscalização aos materiais que vão ser descartados da usina colocados em depósitos específicos formados por materiais como concreto e chumbo, além do tratamento da água utilizada de forma que não agrida a natureza.

Serão organizados momentos de treinamento e simulação de acidentes radioativos a fim de esclarecerem dúvidas da população em caso de evacuação rápida, ainda como parte desse processo a cidade receberá novas vias alternativas e adaptação das já existentes. A modernização do transporte público, com a incorporação de ônibus adequados para uso da população em possíveis tragédias.

Com a implantação da usina o governo pretende trazer o progresso, empregos a população e estimular a vinda de vários negócios para a cidade. Será promovido o fundo emergencial para ser utilizado pela população caso necessário, por fim com a aceitação do projeto melhorias devem vir a cidade e possíveis problemas devem ser resolvidos.

## **ANEXO E - CARTA DE TOMADA DE DECISÃO REDIGIDA PELA EQUIPE REPRESENTANTE DOS EMPRESÁRIOS NO *ROLEPLAY***

→ Grupo: Empresários

Na construção de uma empresa do porte de uma usina nuclear, engloba não apenas um projeto mais que perfeito, mas também uma relação estável e boa com os demais grupos de profissionais.

Além de não contribuir para o efeito estufa, não produz uma grande quantidade de resíduos, é uma energia limpa.

Todas essas vantagens que a implantação da usina trará para a cidade, aumentará bastante a economia que a rede de energia movimentará o país. Além de uma grande geração de empregos, também irá gerar uma grande demanda de capacitação e formação e principalmente uma maior conscientização para a população. A tecnologia vai ser desenvolvida para a construção e manutenção da indústria.

Debatemos, ouvimos, aceitamos propostas, e chegamos a conclusão que a implantação da Usina Nuclear na cidade de Radioisópolis trás um avanço tanto econômico, como tecnológico e social.

## **ANEXO F - CARTA DE TOMADA DE DECISÃO REDIGIDA PELA EQUIPE REPRESENTANTE DOS AMBIENTALISTAS NO ROLEPLAY**

### Parecer dos Ambientalistas

Sabemos os benefícios que podem ser proporcionados diante da construção de uma usina nuclear em nossa cidade, porém sabemos também todos os problemas que podem vir a ocorrer pensando em todos os prós e contras, avaliando todas as condições elaboramos algumas reivindicações para que possamos aprovar a implantação de uma usina nuclear em Radioisópolis.

São elas: Ser construído longe de refinarias, gasoduto, áreas sísmicas, falhas geológicas, áreas de mineração, de proteção ambiental, locais que não haja risco de deslizamentos, inundação, alagamento, ventos fortes, temporais, reservas indígenas, assentamento, longe de outras cidades, perto de rios ou mares, mas não causar a contaminação dos mesmos.

Se a empresa se comprometer no reflorestamento e a transposição da fauna para uma área segura, capacitação dos habitantes e que na construção da planta nuclear haja a participação de engenheiro ambiental (florestal), garantia que a água retirada do rio para resfriamento do reator foi condicionado afim de que chegue a temperatura normal e devidamente oxigenada, mostrar por meio de argumentos plausíveis que a piscina onde armazenará o rejeito de urânio (235) realmente é seguro e que é a prova de infiltração no solo afim de evitar a poluição dos lençóis potáveis nem o solo. Além do engenheiro ambiental participando na obra, haja também a fiscalização do IBAMA.

Um projeto de descarte adequado com uma área bem definida totalmente afastada de locais onde há flora e fauna que possam vir a ser afetados por tais materiais. Outro projeto que preveja o não sucesso da implantação da usina possibilitando uma desativação de forma adequada.

Quanto aos governantes, esperamos uma fiscalização bem rigorosa, realizada por profissionais adequados, honestos e éticos.