



## ANÁLISE DE DISCURSOS DE ESTUDANTES DE ENSINO SUPERIOR SOBRE RADIOATIVIDADE E SUAS RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

## DISCOURSES ANALYSIS OF UNDERGRADUATE STUDENTS ON RADIOACTIVITY AND ITS RELATIONSHIPS SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY

## ANÁLISIS DE DISCURSOS DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR SOBRE RADIATIVIDAD Y SUS RELACIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD

Lourdilene Silva Brito\* y Luciana Nobre de Abreu Ferreira\*\*

Cómo citar este artículo: Brito, L. S. y Ferreira, L. N. A. (2021). Análise de discursos de estudantes de ensino superior sobre radioatividade e suas relações ciência-tecnologia-sociedade. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 328-345. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16262>

### Resumo

Nesta pesquisa apresentamos a análise de perguntas formuladas por estudantes de ensino superior provenientes de diferentes cursos de Ciências da Natureza. A proposta foi desenvolvida em um curso de extensão universitária destinado ao ensino de radioatividade e estruturado segundo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade. Com o objetivo de promover reflexões para uma tomada de decisão, provocamos questionamentos nos estudantes a partir da exibição de vídeos concernentes à temática. As perguntas foram analisadas com base na linha francesa da análise de discurso, na perspectiva de Eni Orlandi, especialmente a Tipologia do Discurso. O estudo permitiu verificar indagações de cunho conceitual, científico, histórico, social, tecnológico e de saúde, as quais tenderam para discursos predominantemente autoritários. No entanto, também foram observados deslocamentos de sentido, configurando discursos que tendiam ao polêmico, o que demonstra um posicionamento desejável em ambientes de ensino por parte dos alunos. Os resultados apontam indícios de desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, de modo que, ao produzirem múltiplos sentidos sobre o tema, ampliam a rede de conhecimentos e valores necessários ao processo de tomada de decisão

**Palavras Chave:** Educação científica. Ensino superior. Linguagem. Perguntas de estudantes.

---

Recibido: 05 de mayo de 2020; aprobado: 01 de octubre de 2020

\* Mestre em Química. Universidade Federal do Piauí, Brasil. E-mail: lourdilenebrito@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0655-9801>

\*\* Doutora em Ciências. Docente da Universidade Federal do Piauí, Brasil. E-mail: luciananobre@ufpi.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3505-9523>

## Abstract

This research presents the analysis of questions asked by undergraduate students of higher education, from different courses in Natural Sciences. The proposal was developed in a university free course, aimed at teaching radioactivity, and structured according to the Science-Technology-Society approach. To promote reflections for decision-making, we provoke questions in students from the display of videos concerning the theme. The questions were analyzed based on the french line of discourse analysis, from the perspective of Eni Orlandi, especially the Discourse Typology. The study allowed to verify questions of a conceptual, scientific, historical, social, technological, and health nature, which tended to predominantly authoritarian discourses. However, displacement signification was also observed, configuring discourses that tended for the polemic, demonstrating a desirable position in teaching environments by students. Results point to signs of development of student's critical thinking, so that, by producing multiple meanings on the topic, they expand the network of knowledge and values necessary for the decision-making process.

**Keywords:** Science education. Higher Education. Language. Student questions.

## Resumen

En esta investigación presentamos el análisis de preguntas formuladas por estudiantes de educación superior de diferentes cursos de Ciencias Naturales. La propuesta se desarrolló en un curso de extensión universitaria, orientado a la enseñanza de la radiactividad y estructurado según el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad. Con el fin de promover reflexiones para la toma de decisiones, provocamos preguntas en los estudiantes a partir de videos sobre el tema. Las preguntas fueron analizadas con base a la línea francesa de análisis del discurso, desde la perspectiva de Eni Orlandi, especialmente la tipología del discurso. El estudio permitió verificar preguntas de naturaleza conceptual, científica, histórica, social, tecnológica y de salud, que tendían a discursos predominantemente autoritarios. Sin embargo, también se observaron cambios en el significado, configurando discursos con tendencia a la polémica, lo que demuestra una posición deseable en los estudiantes. Los resultados apuntan a signos de desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, de modo que, al producir múltiples significados sobre el tema, expanden la red de conocimiento y de valores necesarios para el proceso de toma de decisiones.

**Palabras clave:** Educación científica. Enseñanza superior. Lenguaje. Preguntas de los estudiantes.

## 1. Introdução

É evidente a expressiva contribuição da ciência e da tecnologia nos mais diversos setores da sociedade, possibilitando à humanidade significativos

avanços. Entretanto, esse elo não acarreta apenas progressos, uma vez que a sociedade não se encontra isenta de ocorrências danosas (CHRISPINO et al., 2013). É fundamental, portanto, uma postura

crítica e reflexiva dos indivíduos frente ao desenvolvimento científico e tecnológico, a qual requer uma educação mais comprometida com esta demanda social e problematizadora da realidade (BISPO FILHO et al., 2013).

Um tema científico de forte impacto social e tecnológico é a radioatividade. Podemos apontar inúmeras contribuições que o conhecimento deste fenômeno trouxe para a humanidade. No entanto, aspectos envolvendo este tema costumam ser controversos. Se por um lado fala-se em geração de energia elétrica com matéria prima baixo custo, por outro temos problemas associados aos resíduos gerados e ao medo constante de acidentes. Outro aspecto debatido sobre o tema diz respeito ao seu uso em projetos militares e seus efeitos devastadores, como em Hiroshima e Nagasaki (GARCÍA CARMONA; CRIADO, 2008). Apesar de tão presente no cotidiano, a temática ainda apresenta dificuldades específicas de ensino-aprendizagem, a qual requer um tratamento didático adequado que pode ajudar a compreender os riscos associados a essa deficiência (CAO; CASTIÑEIRAS, 2015).

Em sala de aula, trabalhar situações controversas estimula o processo de produção do conhecimento científico, de forma que os estudantes possam participar ativamente de contextos sociais e julgá-los responsabilmente (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). No ensino de ciências, os conteúdos podem ser desenvolvidos relacionando-os com as decorências sociais, ambientais, políticas, entre outras, proporcionando um bom vínculo entre o conhecimento científico e os problemas relevantes para a sociedade.

Com base nessa realidade, muitos pesquisadores têm procurado estabelecer o papel que as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade têm na educação (TORO-BAQUERO, 2014). A relação entre essas três dimensões com o ensino de ciências vem sendo defendida como um princípio norteador de uma educação voltada à cidadania, privilegiando uma aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e tecnológicos em consonância com a sociedade (SILVA; MARCONDES, 2015).

Nessa perspectiva, a abordagem CTS de ensino em aulas de Ciências permite modificar a imagem neutra da ciência, oferecendo aos estudantes maior interesse, criticidade e auxílio na resolução de problemas de ordem pessoal e social (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015). SANTOS e SCHNETZLER (2003) destacam que tal enfoque proporciona a formação do indivíduo tendo em vista o uso racional do conhecimento científico e o desenvolvimento de valores de participação social. Face ao exposto, é importante que as atividades com foco CTS sejam organizadas em torno de temas sociais, que tenham significados concretos aos estudantes, viabilizando sua participação. Devem ser trabalhadas multidisciplinarmente e os conceitos de forma correlata, a fim de fundamentar os vários aspectos do conhecimento estudado (CAMELLO et al., 2010).

Diante de tais ideias, pesquisas destacam a alfabetização científica como principal objetivo da abordagem de ensino CTS, apontando para a formação de indivíduos aptos a participarem de processos de tomada de decisão que envolvam aspectos científicos e tecnológicos na sociedade (LIMA JUNIOR et al. 2014). Nesse sentido, no presente trabalho fizemos uso da abordagem CTS para o tratamento da temática radioatividade no ensino de ciências, através da aplicação e investigação de uma proposta de ensino no nível superior. Procuramos, a partir deste estudo, responder à seguinte questão de investigação: A análise crítica de vídeos sobre a temática radioatividade permite formulações que sinalizam um processo de tomada de decisão sobre o tema? Logo, esperamos incentivar estudantes a analisarem criticamente fatos e valores envolvendo diferentes aspectos da radioatividade, de modo que possam desenvolver capacidade para a tomada de decisões relevantes de cunho científico, tecnológico e social.

## 2. Abordagem CTS

Devido aos acontecimentos decorrentes da Segunda Guerra Mundial, o progresso científico e tecnológico tornou-se controverso, estando em conflito o bem estar social e as catástrofes advindas do

desenvolvimento da ciência. Tais questões resultaram em manifestações críticas no tocante ao desenvolvimento científico e tecnológico, ainda que não tão significativos na época (ARAÚJO; SILVA, 2012). O movimento CTS teve início em meados de 1960, notadamente em países capitalistas da América do Norte e Europa, impulsionado pela preocupação com os problemas políticos e econômicos advindos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia e com a melhoria do bem-estar social (KIST; FERRAZ, 2011). O movimento, então, tem sido base para a construção de currículos em vários países, especialmente os de ciências, priorizando uma alfabetização científica e tecnológica relacionada ao contexto social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). No Brasil ainda é recente o surgimento de cursos CTS, acontecendo na década de 1990, com publicação de artigos sobre o assunto (MUNDIM; SANTOS, 2012).

Desde o início do movimento, um dos principais campos de investigação e ação social do movimento CTS têm sido o educativo, tendo repercutido e ganhado adeptos especialmente na educação em ciências, seja em nível básico, superior ou mesmo em pesquisas de cunho educacional, priorizando uma alfabetização científica e tecnológica relacionada à sociedade (CARMELLO et al. 2010). KIST e FERRAZ (2011) apontam a relevância da compreensão da sociedade quanto a não neutralidade da atividade científica, visto que a ciência e a tecnologia apresentam problemas e impactos de cunho tanto positivo como negativo que podem afetar as esferas sociais nas quais atua.

O enfoque CTS na educação em ciências fundamenta a importância da educação científica aliada à formação para a cidadania, a fim de que o aluno construa conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). Partindo desse propósito geral, a literatura apresenta alguns objetivos mais específicos, pertinentes à abordagem CTS, como proporcionar o letramento científico dos indivíduos; motivar a estima dos alunos pela ciência e

tecnologia, bem como estabelecer suas relações com a sociedade e, especialmente, promover nos estudantes aptidões de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas, sobretudo a tomada de decisões (MUNDIM; SANTOS, 2012). Nesse sentido, pondera-se que não sejam ressaltadas apenas dimensões conceituais no processo de ensino-aprendizagem, mas que as informações vivenciadas em sala de aula tenham relação com o cotidiano do aluno (FIRME; AMARAL, 2011).

### 3. Radioatividade

Situações concernentes à radioatividade encontram-se fortemente presentes na sociedade desde a sua gênese. Consideramos 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, visto 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. Como referência a esses impactos sociais, mencionamos acontecimentos como os dois prêmios Nobel dados à Marie Curie, em uma época na qual a imagem feminina era intensamente menosprezada. Na medicina, ainda nos primeiros anos do seu estudo, o elemento rádio passou a ser utilizado no tratamento de doenças como o câncer (CORDEIRO; PEDUZZI, 2011) e, durante a primeira guerra mundial, máquinas portáteis de raios X foram desenvolvidas a fim de ajudar soldados combatentes com feridas da guerra (STRATHERN, 2000). Logo depois, com o conhecimento das reações em cadeia, veio a ideia bélica de fissão nuclear, o que repercutiu nos meios político, social e militar, culminando no projeto Manhattan (RESQUETTI, 2013). Outro aspecto da radioatividade é o seu caráter controverso. A cada dia novas tecnologias envolvendo radiação são desenvolvidas nos mais diversos campos sociais (MEDEIROS; LOBATO, 2010) e, mesmo que as reações nucleares sejam a causa de

inúmeros progressos, pode também apresentar efeitos nocivos. Questões como o receio de acidentes, sejam de caráter industrial, ambiental ou urbano e as consequências da bomba atômica têm trazido rejeição pela sociedade em relação à radioatividade. Diante de todos esses aspectos, consideramos relevante a inclusão do tema em sala de aula, a fim de que os estudantes se posicionem crítica e responsabilmente com as informações adquiridas nesse contexto (SCHMIEDECKE; PORTO, 2014). Trabalhar essa temática levando em conta seu contexto social e em concordância com seus atributos científicos e tecnológicos pode promover uma aprendizagem mais efetiva e a formação de cidadãos mais críticos e alfabetizados cientificamente (OLIVEIRA et al., 2014). Não obstante, a radioatividade tem sido pouco abordada, tanto em sala de aula, quanto em pesquisas de ensino (SCHEFFLER; DEL 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, a temática ser considerada sem importância para os alunos ou porque geralmente os autores e editores de livros didáticos apresentam esse assunto nos últimos capítulos (TEKIN; NAKIBOGLU, 2006), muitas vezes de forma descontextualizada (MEDEIROS; LOBATO, 2010).

Diante disso, 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, possam se posicionar criticamente frente a eles.

#### 4. Metodologia de pesquisa

Este trabalho trata-se do recorte de uma pesquisa mais ampla, de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, o qual deve ser bem delimitado e ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Buscando atender à questão de pesquisa proposta, analisamos perguntas elaboradas por estudantes de ensino superior durante a implementação de uma abordagem CTS

no ensino de radioatividade, desenvolvida a partir da realização do curso de extensão “Radioatividade e sociedade: transformando pontos de vista”. Procuramos identificar nas perguntas indícios que sinalizassem um processo de tomada de decisão sobre o tema.

O curso teve duração de 40 horas, foi realizado na Instituição de Ensino Superior de vínculo dos autores e preparado especificamente para a pesquisa. Participaram do estudo 29 estudantes de licenciatura e bacharelado em Química, Física e Ciências da Natureza, cursando diferentes períodos acadêmicos de três instituições públicas de ensino superior. Durante o curso os estudantes acompanharam três vídeos concernentes a diferentes particularidades da temática radioatividade com o propósito de apresentar um panorama geral sobre o tema. O primeiro vídeo, intitulado “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, foi escolhido por tratar de aspectos históricos. O segundo vídeo, “Linha Direta Justiça - Césio 137”, apresentou o contexto do acidente radioativo envolvendo o Césio-137 na cidade de Goiânia, em 1987. O terceiro vídeo faz menção às tecnologias nucleares desenvolvidas nos mais diversos setores da sociedade e tem como título “TV Senado - Tecnologias Nucleares”. Vale ressaltar que todos os vídeos podem ser encontrados na plataforma de vídeos online “Youtube”.

Durante a exibição de cada vídeo os participantes foram provocados a formular individualmente e de maneira livre pelo menos três perguntas de forma escrita relacionadas ao que foi assistido. Ao desafiar os estudantes a elaborarem as perguntas durante os vídeos buscamos incentivá-los a questionar fatos, verdades pré-estabelecidas e julgar valores costumeiramente aceitos acerca da radioatividade, bem como fomentar reflexões para uma possível tomada de decisão. Entendemos que ao formularem questões os estudantes saem de uma suposta zona de conforto, pois são deslocados de sua posição-sujeito e passam a participar da formação de dissímiles objetos de conhecimento.

Perguntar faz parte do processo de aprendizagem, visto que o ato de questionar contribui para

o desenvolvimento da criticidade e do raciocínio lógico, além de estimular a argumentação e a comunicação (RAMOS; THOMAZ, 2017). Quando os estudantes são estimulados a elaborar perguntas é possível identificar avanços na construção de seus próprios modelos de conhecimento (SPECHT; RIBEIRO; RAMOS, 2017).

Segundo GALLE, PAULETTI e RAMOS (2016) é possível identificar e compreender o conhecimento dos estudantes a partir de suas perguntas. Assim, ao passo em que esse tipo de prática é estimulado, os estudantes podem se manifestar com mais confiança, expressar melhor o seu conhecimento e se comunicar com mais liberdade. Nesse ínterim, é importante que estas perguntas sejam analisadas a fim de se identificar as interações discursivas manifestadas através de tais questionamentos e seus efeitos de sentido entre os interlocutores (MEIRELLES; FLÔR, 2017).

A literatura especializada mostra os benefícios da análise de perguntas de estudantes na investigação sobre o processo de ensino e aprendizagem em ciências. Trabalhos como o de PAULETTI e GALLE (2019) revelam, com a análise de perguntas formuladas por estudantes em um contexto de ações CTSA a partir do tema “Combustíveis”, interesse sobre o tema, como origem, composição, propriedades, utilização, implicações econômicas, políticas e ambientais. Em GALLE, PAULETTI e RAMOS (2016) observa-se perguntas de estudantes de diferentes níveis de escolaridade na educação básica que denotam o seu interesse sobre a temática trabalhada e apropriação de termos específicos da linguagem química. Os autores destacaram que ao se valorizar as dúvidas e estimular a curiosidade dos estudantes por meio de perguntas é possível dispor de uma ferramenta eficaz para o planejamento, organização e desenvolvimento de pesquisa em sala de aula.

Assim como VON LINSINGEN e CASSIANI (2010), entendemos que a linguagem não é uma mera ferramenta de comunicação, por essa razão analisamos as diferentes esferas nas quais os discursos sobre Ciência e Tecnologia são concebidos. Desta forma, tais perguntas foram avaliadas por meio de Análise

de Discurso francesa, especialmente a Tipologia do Discurso, na perspectiva de ORLANDI (2009), descrita a seguir.

#### 4.1. Análise de Discurso

Para a análise das perguntas elaboradas pelos estudantes utilizamos o referencial teórico da Análise de Discurso da escola francesa (AD). Tendo início nos anos 1960 com o filósofo francês Michel Pêcheux esse campo de análise visa estudar os sentidos e suas condições de produção (ANDRADE; MARTINS 2006). Conforme ORLANDI (2002), a AD não enfatiza a língua ou a gramática, mas o discurso. O objeto de análise passa a ser o discurso, visto que foge da apreciação palavra por palavra na interpretação (BRASIL, 2011).

O discurso, para ORLANDI (2009), acontece na confluência de dois processos elementares da linguagem: o parafrástico e o polissêmico. O processo parafrástico possibilita a construção do mesmo sentido sob diferentes maneiras, havendo um retorno aos mesmos espaços do dizer; e o processo polissêmico é o responsável pelo fato de que são sempre possíveis múltiplos sentidos. Dessa forma, admite-se que essas forças trabalham continuamente o dizer, de modo que todo discurso se faz nessa tensão: entre o mesmo e o diferente (ORLANDI, 2002).

Tais fatores são as bases estabelecidas por ORLANDI (2009) para elaborar sua tipologia de discursos, a qual classifica os discursos como autoritário, polêmico e lúdico. No discurso autoritário, o agente locutor pretende ser o único e em seu discurso oculta o referente, logo, a polissemia é contida e aproxima-se do processo parafrástico; o discurso lúdico tende para a total polissemia e o referente está exposto aos interlocutores; no discurso polêmico há um equilíbrio tenso entre polissemia e paráfrase, o objeto do discurso não está obscurecido pelo dizer, mas há uma disputa pelo referente.

ORLANDI (2008) também aponta para a necessidade de interpretação das tipologias, visto que sua aplicação é regulada pelos objetivos da análise, e enfatiza que não se devem estabelecer relações categóricas entre os tipos, sendo preferível falar-se em

tendências, uma vez que não há tipos de discursos puros, a não ser idealmente.

Em termos de pesquisas no ensino de ciências, a Análise de Discurso francesa tem sido frequentemente adotada como dispositivo teórico-metodológico na tentativa de melhor compreender como as condições de produção influenciam o processo de ensino e aprendizagem em ciências. A noção de tipologia do discurso, especificamente, tem sido adotada como mecanismo de identificação e análise do funcionamento dos discursos que circulam em sala de aula, especialmente aqueles resultantes de métodos e recursos didáticos tomados como objeto de estudo. Como por exemplo, podemos citar ALMEIDA (2012), que expôs relações entre o discurso pedagógico, tido como autoritário por ORLANDI (2009), e a formação docente em física, e propôs condições de substituição do discurso autoritário pelo polêmico. Citamos ainda o trabalho de FERREIRA e QUEIROZ (2012), o qual verificou deslocamentos de um discurso autoritário para um polêmico por meio de perguntas elaboradas por alunos de graduação em Química em circunstâncias de leitura distintas às comumente propostas em ambientes de ensino de química do nível superior. Considerando o exposto, julgamos o referencial da Análise de Discurso, em especial, o conceito de tipologia do discurso, como uma ferramenta favorável para a análise das perguntas elaboradas pelos estudantes, visto que nos permite dispor de um indicador fundamentado na construção de sentidos, baseado nas condições de produção dos discursos. Com isso, é possível, não só verificar o objeto de conhecimento dos estudantes, mas também como estão refletindo sobre ele.

## 5. Resultados

A partir da leitura dos questionamentos apresentados pelos estudantes durante a exibição dos vídeos, verificamos que foram elaboradas 127 perguntas para o vídeo “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, 121 para o vídeo “Linha Direta Justiça - Césio 137” e 134 para o vídeo “TV Senado - Tecnologias Nucleares”. Desse modo, optamos por caracterizar as perguntas a partir da conformação de diferentes objetos de conhecimento em uma perspectiva CTS e analisá-los segundo a Tipologia do Discurso da Análise de Discurso francesa (ORLANDI, 2009).

As categorias e a frequência de perguntas elencadas em cada uma delas estão descritas na Tabela 1. Vale destacar que, em alguns casos, uma mesma pergunta foi concernente a mais de uma categoria.

Para todos os vídeos a categoria com maior frequência foi a de aspectos conceituais. Observamos que os estudantes requisitaram principalmente 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, identificadas, com pouca frequência, apenas para os vídeos 2 e 3.

A Figura 1 traz a frequência das perguntas segundo o tipo de discurso para o qual cada uma tendia, como forma de apresentar um panorama sobre em que medida ocorreram deslocamentos de sentidos por categoria de pergunta e em relação a cada um dos vídeos. Cabe ressaltar, no entanto, que a classificação advinda da tipologia do discurso é feita em termos de tendência, ou seja, não há discurso puramente autoritário, polêmico ou lúdico (ORLANDI, 2009).

**Tabela 1. Frequência das categorias relativas às perguntas dos estudantes elaboradas a partir da exibição dos vídeos.**

	Conceituais	Científicas	Históricas	Sociais	Tecnológicas	Saúde	Ambientais
<b>Vídeo1</b>	37,01%	17,32%	15,75%	5,51%	3,94%	20,47%	---
<b>Vídeo2</b>	32,76%	---	18,10%	18,10%	1,72%	25,86%	3,46%
<b>Vídeo3</b>	34,31%	5,84%	1,46%	6,57%	31,38%	19,71%	0,73%

Fonte: Autoria própria.

Isso quer dizer que o gráfico em questão mostra uma frequência de tendência para determinado tipo de discurso. Tal ideia precisa ser considerada uma vez que, segundo a autora, a noção de tipo é necessária como princípio de classificação, mas é preciso o cuidado de não restringir a análise à tipologia e considerar os tipos como uma noção endurecida e estagnada metodologicamente.

De modo geral, verificamos uma predominância de

perguntas (mais da metade) cujo discurso tendia para o autoritário. Entendemos este fato como característico do ambiente escolar, em que os estudantes, pelo fato de estarem vinculados a uma instituição de ensino, manifestam um discurso neutro de transmissão de informação, o qual ORLANDI (2009) chama de discurso pedagógico. Por outro lado, ainda que a maioria das formulações tenha sido própria do discurso autoritário, é relevante enfatizar

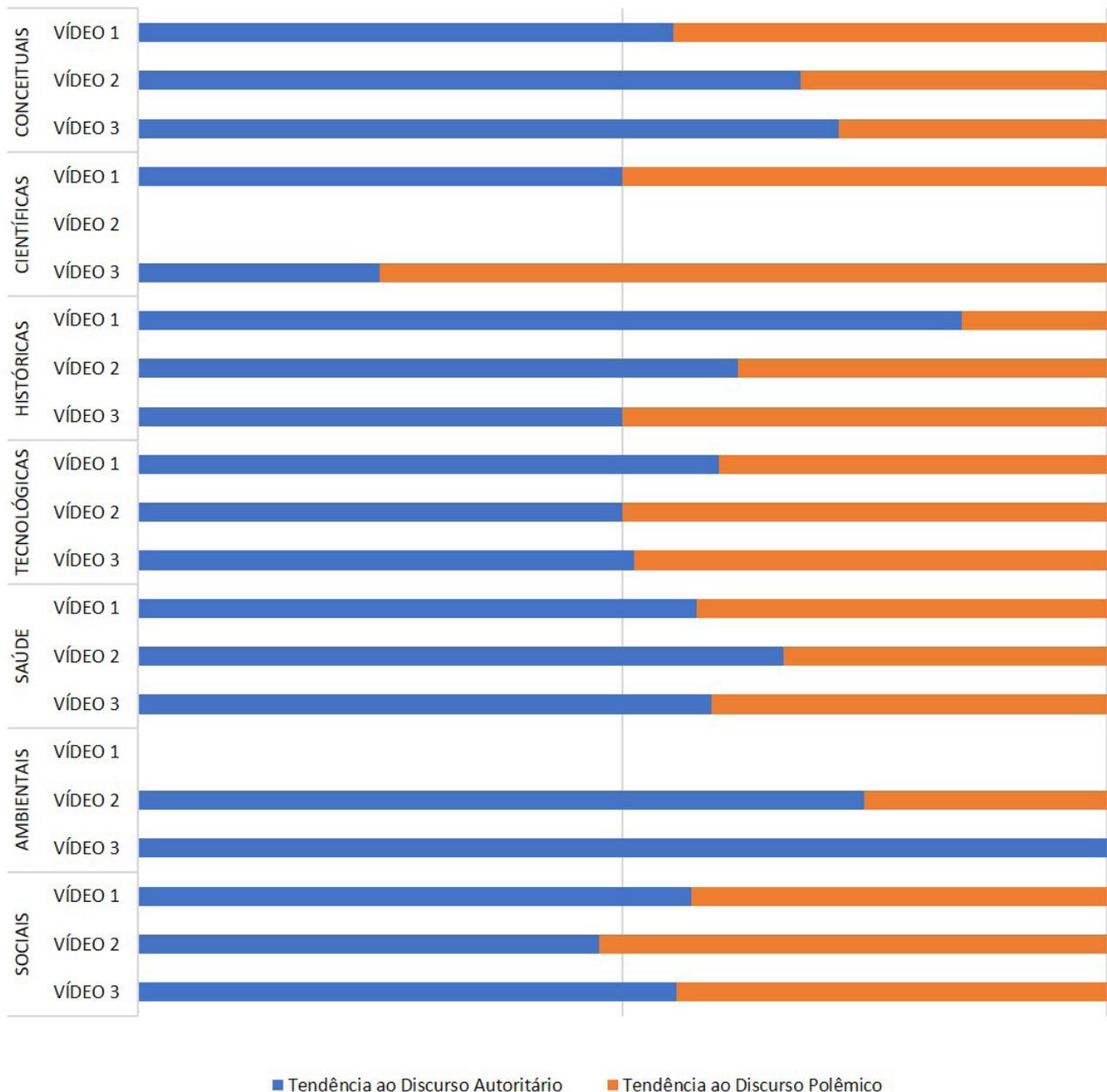


Figura 1. Frequência das perguntas segundo o tipo de discurso por categoria de objeto de conhecimento e em relação a cada um dos vídeos.

a significativa ocorrência de discurso polêmico, a qual, segundo ORLANDI (2009), é desejável em sala de aula, porque traz um movimento de ruptura de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico, questionando o seu caráter meramente informativo, assim como reflete e reforça a necessidade de oferecer oportunidades aos alunos de propor tais questionamentos.

Considerando, portanto, a importância das condições de produção para a ocorrência de determinados tipos de discursos, é conveniente acrescentar que o vídeo 1 suscitou a maior incidência de perguntas as quais apresentaram tendência ao discurso polêmico, com equilíbrio em relação às questões propensas ao discurso autoritário. A influência das condições de produção, no caso desse vídeo, se deu em função de sua ênfase à natureza da ciência, com enfoque a vários aspectos externalistas da ciência, como a trajetória pessoal de cientistas, a provisoriedade das descobertas; e de funcionamento institucional da ciência, como a aceitação da comunidade científica, a busca de coerência global etc., elementos estes que motivam maior reflexão e questionamentos. Para os dois outros vídeos, a frequência de perguntas com discursos que tendiam para o autoritário e polêmico foram semelhantes, com predomínio de discursos tendentes ao autoritário. Entendemos que os indivíduos se relacionam com os diferentes conhecimentos e informações nos quais estão envolvidos e, com isso, produzem seus discursos. Desse modo, percebemos 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 distribuição das questões para cada categoria e exemplos de como os alunos manifestaram diferentes tipos de discurso em cada caso. Cabe salientar que aos sujeitos foram atribuídos nomes fictícios.

### 5.1. 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. O propósito principal neste tipo de formulação é compreender o conteúdo conceitual e comumente se recorre ao mecanismo da definição para tal, resultando em características de metalinguagem. Esta, segundo ORLANDI (2009) faz parte da memória escolar dos estudantes é um dos aspectos que caracteriza o discurso pedagógico como autoritário. Assim, a maioria das perguntas aqui elencadas pressupunha um sentido único, que é o da definição rígida para aquilo que estava sendo solicitado:

O que é radioatividade artificial? (Ivo, Vídeo 1)

Qual é o tempo de meia vida do céscio 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, compreendido de modo que o professor assume a posição de detentor do conhecimento e o aluno apenas o recebe. Segundo ORLANDI (2009), o discurso pedagógico é autoritário em seu funcionamento, no qual há fortes traços metalinguísticos, uma vez que denota sentido único, em que não há 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. Observamos que a intenção dos alunos não estava propriamente na compreensão dos fatos ou no seu decurso, mas numa resposta considerada condizente com seus questionamentos. Verificamos nesta categoria, ainda, perguntas que denotavam um teor mais explicativo:

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 mal 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 aliados a explicações mais elaboradas. 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, mas uma explicação para os problemas de saúde gerados por ele. De forma semelhante, a estudante Rubi questiona o uso das batas e ressalta que a mesma não funciona como isolante para a radiação.

Nestes exemplos entendemos que os estudantes vão além da simples definição e que existe uma preocupação em questionar verdades pré-estabelecidas. SANTOS e SCHNETZLER (2003) consideram que, para que o cidadão exerça participação em sociedade, é necessário que ele faça uso de informações que estejam imediatamente relacionadas aos problemas sociais. Aqui os significados são questionados e observamos traços de polissemia, uma vez que o objetivo dos estudantes não era meramente a definição, mas a compreensão dos temas ou fenômenos. Tais perguntas, portanto, trazem características que representam tendência ao discurso polêmico.

### 5.2 Científicas

Esta categoria consiste em questões sobre noções relacionadas a fenômenos, pesquisas e métodos científicos. O vídeo que mais provocou perguntas desta categoria foi o primeiro. Isso pode ser justificado por sua exposição voltada à natureza da ciência. PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES (2007) destacam que visões vagas ou alteradas da ciência geram desinteresse e até mesmo abandono de muitos estudantes. Uma vez que é comum a supervalorização da ciência na abordagem dos conteúdos e a omissão de sua formação e construção, sugerimos ter havido um maior interesse dos alunos por aspectos relativos à natureza da ciência em relação a este filme.

Para o vídeo 1, as perguntas elaboradas pelos estudantes consistiram em dúvidas de diversos tipos. A maioria das perguntas envolvia explicações em que os alunos buscavam esclarecimentos sobre como as pesquisas científicas aconteciam, como era a relação com outras pesquisas, as metodologias utilizadas, como se formulava uma teoria etc.:

Como Marie Curie provou o peso atômico? (Rui, Vídeo 1)

Segundo uma das descobertas de Marie e Pierre, o Rádio

(Ra) é mais radioativo do que o Urânio. Como é possível tal descoberta? (Jade, Vídeo 1)

Como foi constituída a radioatividade 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 e entender o fenômeno. No segundo caso, os estudantes demonstram uma compreensão de ciência como algo em constante evolução e expõem questões que exprimem a construção da ciência de maneira articulada, pressupondo relações entre diferentes teorias, pesquisas e acontecimentos. Há, mais uma vez, indícios de polissemia, característicos de um discurso que tende para o polêmico. De um ponto de vista CTS, questionamentos dessa natureza sinalizam um pensamento crítico que vai além de aspectos conceituais, mas de uma construção em que os modelos e pesquisas científicos estão inter-relacionados socialmente e tecnologicamente. Nessas formulações notamos a reflexão dos alunos quanto às pesquisas científicas e às teorias da época, tomando-as como seus objetos de conhecimento. Logo, sugerimos uma visão de ciência como construção humana e não como algo neutro e absoluto. Ainda dentro desta categoria constatamos 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 aos experimentos usados na descoberta da radioterapia. Nesta notamos sentido único, remetendo a uma resposta direta, característica de um discurso

que tende ao 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 está em conhecer os recursos de pesquisa disponíveis na época; na segunda parte há 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 por seu caráter histórico-social o vídeo tenha despertando nos estudantes questionamentos voltados para esse fim. Foi observado um número menor de perguntas para o terceiro filme em relação ao primeiro, o que pode ser justificado por este apresentar fortes traços de natureza da ciência, enquanto o terceiro esteja mais voltado aos avanços e aplicações tecnológicas, como podemos observar 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 3 possuíam um caráter explicativo. Mais uma vez observamos que as questões apresentavam um discurso que tende para o polêmico, já que a busca por explicações vai além de seus significados. Verificamos a necessidade demonstrada pelos alunos em interpretar as situações do vídeo. SANTOS e MORTIMER (2000) apontam a importância de compreender a tecnologia como um conhecimento de natureza científica, de modo que há uma relação intrínseca entre tecnologia e ciência. Notamos, portanto, que os estudantes abordaram as pesquisas científicas de maneira ampla, não se

limitando apenas aos métodos utilizados, mas às suas motivações.

### 5.3 Históricas

Esta categoria traz questões que têm aspectos históricos como objeto de conhecimento. Representam questionamentos envolvendo episódios marcantes da história, referentes a épocas, lugares e 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)

Ao analisar os questionamentos foi possível perceber que o foco dos estudantes estava em saber informações precisas sobre os fatos, sem exercitar reflexão sobre eles. Não se verifica busca por explicações, por razões para os fatos, o que demonstra uma polissemia contida, típica de um discurso que tende para o autoritário. Esse tipo de discurso é característico do discurso pedagógico que ORLANDI (2009) elucida como transmissor de informações. As questões suscitavam respostas precisas e exatas, próprias da metalinguagem.

De maneira análoga, houve questões em que os traços metalinguísticos eram ainda mais acentuados, isto porque as respostas estavam na própria pergunta ou explícitas nas discussões, sendo geralmente respondidas com “Sim” ou “Não”:

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)

Por outro lado, surgiram questões em que os alunos solicitavam explicações sobre os acontecimentos:

Por qual motivo Irene Curie 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 césio? (Dino, Vídeo 2)

Nos últimos questionamentos, embora ainda se observe uma pequena regulação dos sentidos, notamos um retorno discursivo, de forma que não se pressupõe sentido único. Percebemos necessidade dos estudantes em compreender os acontecimentos, tendendo a um discurso polêmico, em que há um ajuste dos sentidos e espaço para que os interlocutores possam disputá-los (ORLANDI, 2009). Logo, verificamos indícios de um olhar contextualizado sobre a ciência, em que é possível perceber um deslocamento de sentidos, de um mero exemplo ou ideia para um raciocínio frente aos fatos. PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO (2007) apontam a reflexão e a contextualização em sintonia com o enfoque CTS porquanto aliam-se à finalidade de formar cidadãos críticos e capazes de interagir com a sociedade.

#### 5.4 Sociais

Nesta categoria foram agrupadas as perguntas de cunho social, as quais consistiam em questionamentos que envolviam repercussões de diferentes ordens que envolvem a população. Tais perguntas sinalizam certo desprendimento da neutralidade da ciência, pois estão voltadas nas suas consequências para a sociedade, sejam positivas ou negativas. Como exposto, entre todos os filmes apresentados, o que mais suscitou perguntas dessa natureza foi o segundo, por retratar um acidente de nível urbano de grande impacto social:

Hoje em dia a discriminação é menor? (Rui, Vídeo 2)

Quais foram as medidas tomadas para eliminar os efeitos da radiação das pessoas? (Nick, Vídeo 2)

Notamos nos exemplos apresentados que as perguntas possuem um sentido bastante restrito, de forma que o retorno discursivo é bem limitado, característico de um discurso que tende para o 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 observamos questionamentos que 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)

Os pressupostos CTS apresentam, dentre outras finalidades, um mecanismo para formar cidadãos capazes de lidarem com as informações disponíveis e preparados para tratarem, com responsabilidade, os assuntos científicos em contexto social (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). Ao lidarem com as informações advindas do vídeo e questionarem os problemas sofridos pelas vítimas do acidente se colocaram como atuantes no problema social em questão. Em tais perguntas verificamos indícios de um discurso polêmico, pois os estudantes demonstraram interesses que vão além das definições, manifestados na 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 unicidade de sentidos e retorno limitado, enquanto que outras demonstram 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, Vídeo 1)

Como o Governo Federal agiu diante de tragédia? (Mila, Vídeo 2)

Como a legislação brasileira se posiciona a respeito da utilização da radiação? (Alan, Vídeo 3)

Nas perguntas acima é possível notar que as três primeiras apresentam um questionamento direto, característico do discurso que tende para o autoritário, uma vez que o emissor se coloca como único

responsável pelo discurso, suprimindo a participação do receptor. Nas três últimas perguntas observamos 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. Observamos nestas indagações indícios de rompimento de ideias neutras a respeito da ciência, visto que apresentam evidências de que as descobertas e as contribuições científicas não são independentes de interesses políticos e econômicos, mas que estão diretamente atreladas ao contexto em que se inserem.

### 5.5 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:

Qual o aparelho inventado por Marie Curie para determinar os raios provenientes do sal de urânio? (Ivan, Vídeo 1)

De que era composto o aparelho de fazer radiografias? (Rita, Vídeo 2)

Quais aparelhos são realizados para criação de pedras preciosas? (Rita, Vídeo 3)

Em cada uma das perguntas expressas anteriormente percebemos a presença de um discurso que tende para o autoritário, em que há a busca por respostas com pouca ou nenhuma argumentação, suscitando um retorno direto, sem 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 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?”* (vídeo 1, ou na pergunta *“Como funciona o medidor de radioatividade?”* (vídeo 2). Verificamos um deslocamento de sentidos, pois o foco das perguntas não está apenas em conhecer os instrumentos, mas como funcionam.

Durante a análise das perguntas identificamos que para 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 com relação ao terceiro, que explicita tal relação. Isso nos permite ponderar a respeito da distância que há entre o que se conhece nos ambientes escolares e acadêmicos e como esse conhecimento é utilizado na sociedade. Entendemos que seja necessário que os valores e os contextos sociais sejam conhecidos e considerados a fim de que se possa ponderar conscientemente acerca das implicações tecnológicas. O vídeo 3 fomentou elaborações nesse sentido:

Como as tecnologias têm contribuído para o avanço da medicina nuclear? (Ivo, Vídeo 3)

Como se dá o processo de irradiação dos alimentos? Qual a finalidade desse processo? (Ian, Vídeo 3)

Qual o benefício de produzir etanol, a partir da cana, por irradiação? (Ana, Vídeo 3)

Como ocorre a esterilização através da irradiação? (Rubi, Vídeo 3)

Nos questionamentos apresentados percebemos traços de polissemia, ou seja, sentidos que manifestam procura de esclarecimentos sobre os processos de produção e aplicações relacionadas à temática. De fato, é intuito dos estudos CTS discutir as implicações tecnocientíficas para o contexto social, proporcionado os melhores caminhos para que a sociedade tenha condições de atuar, de modo igualitário, e não apenas ficar ao arbítrio das decisões daqueles que consideram a neutralidade da ciência e da tecnologia (CHRISPINO et al., 2013). Ao analisarmos as perguntas elencadas, consideramos importantes as reflexões dos estudantes diante dos vídeos, entretanto, ainda que bem evidentes no terceiro vídeo, entendemos que os métodos e as aplicabilidades concernentes à radioatividade consistem em realidade ainda distante do conhecimento

dos estudantes.

### 5.6 Saúde

A categoria saúde foi a que apresentou uma frequência semelhante de perguntas para cada vídeo. Acreditamos que isto se deva ao fato de que aspectos de saúde estão geralmente ligados à radioatividade, sendo comuns ao cotidiano dos estudantes e por apresentarem uma relação bastante controversa, pois, enquanto é benéfica na perspectiva de suas aplicações na medicina, tem apresentado malefícios consideráveis em consequência de acidentes nucleares.

De acordo com SILVEIRA e BAZZO (2009), para que o desenvolvimento científico e tecnológico seja menos excludente, é necessário levar em conta os verdadeiros problemas da população, os perigos técnico-produtivos e a mudança social, por isso é necessário haver uma visão participativa e contextualizada das relações que as envolvem.

A maior parte das perguntas formuladas durante a exibição dos documentários fez referência ao uso da radioatividade em tratamentos da medicina, além de prevenção, efeitos colaterais e questões de saúde pública:

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)

Nestes exemplos verificamos características de metalinguagem, porque requerem respostas exatas e a possibilidade de intervenção por parte do interlocutor é limitada. Embora se buscasse conhecer os métodos de tratamento, esse conhecimento se resumia apenas em definições, típico de um discurso que tende para o autoritário.

Em contrapartida, ocorreram perguntas em que os sentidos produzidos foram múltiplos. Verificamos um rompimento da metalinguagem e a necessidade por explicações que se ajustassem aos fatos:

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)

Verificamos que os estudantes buscavam 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 deslocamentos que configuram um discurso polêmico em seu funcionamento.

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. Os estudantes demonstraram reflexões sobre o assunto em diferentes perspectivas, demonstrando capacidade de opinar e atuar tomando decisões como participantes da sociedade.

### 5.7 Ambiental

Esta foi a categoria com menor número de perguntas. Tal ocorrência pode ser justificada pelo fato de os três vídeos expressarem pouca ênfase ambiental. As perguntas elaboradas pelos estudantes consistiram basicamente em questões sobre os riscos de contaminação ecossistêmicos:

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)

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

Tais perguntas traziam traços metalinguísticos, pois denotavam pouca ou nenhuma reflexão sobre os acontecimentos ou suas condições, de modo que o retorno discursivo promovido em cada questionamento é bastante reduzido. Assim, é possível considerar que todas as perguntas desta categoria apresentaram um discurso que tende para o

autoritário.

Entendemos que o tema Radioatividade contém fortes relações com questões ambientais e justificamos a ausência de discursos tendentes ao polêmico devido às condições de produção em que os estudantes se encontravam. Os vídeos deram pouca ênfase à parte ambiental, o que não favoreceu questionamentos mais reflexivos acerca da radioatividade e seus impactos ao meio ambiente dificultando, portanto, uma atuação mais crítica dos alunos diante de situações dessa natureza.

## 6. Considerações finais

A proposta apresentada envolveu a análise de perguntas escritas por estudantes das áreas de Ciências Naturais do ensino superior a partir da exibição de vídeos com diferentes vertentes sobre a temática Radioatividade. Observamos que a exibição de mais de um vídeo aos alunos durante a pesquisa foi fundamental para estimular a multiplicidade de sentidos, assim como a natureza dos vídeos foi preponderante para os objetos de conhecimento apresentados. A exemplo, destacam-se questões com aspectos de natureza da ciência claramente evidenciadas no primeiro vídeo, o qual trata da temática em uma perspectiva histórica; e maior número de perguntas de cunho social a partir do segundo vídeo, que remonta as consequências de um acidente radioativo em um contexto urbano, fato que ratifica a importância e a forte influência das condições de produção para a ocorrência dos discursos produzidos.

Percebemos que dos questionamentos elaborados pelos estudantes, os pertencentes à categoria conceitual foram os mais frequentes, tipo de formulação mais frequente em sala de aula. A categoria com menor número de perguntas foi a ambiental, fato que podemos justificar em torno da pequena ênfase dada ao assunto nos três vídeos. A temática saúde foi a mais regularmente evocada nos enunciados dos estudantes em relação aos três vídeos, para a qual encontramos razão na familiaridade com o universo dos alunos e na sua condição controversa

frente ao tema radioatividade.

Ao fazermos a análise mediante a Tipologia do Discurso proposta por ORLANDI (2009) verificamos que foi predominante em quase todas as categorias um discurso que tende para o autoritário. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que há, ainda, uma cultura escolar acadêmica voltada à busca por definições, as quais só podem ser fornecidas pelo professor ou materiais didáticos, aspectos que caracterizam o discurso pedagógico como autoritário (ORLANDI, 2009). Entretanto, tal discurso se mostrou importante para a pesquisa, visto que, dentro do ensino contextualizado de radioatividade, a busca por conceitos e definições remete a uma necessidade dos estudantes em conhecer mais sobre o tema e, conseqüentemente, poderem se posicionar com mais propriedade sobre o assunto, diante de uma possível tomada de decisão.

No entanto, traços de polissemia foram identificados em perguntas de todas as categorias, resultado de grande relevância porque caracteriza transição de um discurso autoritário para o polêmico. Essa transição ficou demonstrada na busca por compreensão de fenômenos e pesquisas, pelo entendimento de como se deram certos acontecimentos e no que eles consistiam, bem como em posicionamentos políticos e sociais frente a acidentes e aplicabilidade de equipamentos tecnológicos na sociedade.

Nesse sentido, entendemos que a criticidade é uma das características do discurso que tende para o polêmico. Ao apresentarem essa característica em seus discursos, os estudantes demonstram uma compreensão mais adequada sobre a natureza da ciência, um dos objetivos da abordagem CTS. Além disso, consideramos que um indivíduo somente desenvolve a capacidade de tomada de decisão se for capaz de colocar sua própria interpretação em torno do que já está sedimentado, aspecto também característico do discurso polêmico.

Assim, considerando a questão inicialmente colocada, chegamos a resultados que nos levam a entender que todas essas manifestações são significativas quando se investiga caminhos para uma tomada de decisão. As perguntas formuladas pelos estudantes,

a partir da análise crítica dos vídeos, demonstram um desprendimento à ideia de neutralidade da ciência e um confronto com verdades pré-definidas, em direção a uma visão mais adequada sobre a ciência e reflexão sobre os impactos da tecnologia na sociedade. Desse modo, os valores éticos e de responsabilidade social demonstrados nos discursos dos estudantes sinalizam aproximações de uma postura crítica e atuante frente aos seus conhecimentos científicos, sugerindo a proposta aqui investigada como um caminho possível para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão em ambientes do ensino superior.

## 6. Referências

- ALMEIDA, M. J. P. M. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 5, n. 2, pp. 29-41, 2012.
- ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. Discursos de professores de Ciências sobre Leitura. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, pp. 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 Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, pp. 99-112, 2012. DOI: 10.1590/1983-21172012140107.
- A SAGA DO PRÊMIO NOBEL - O CLÃ CURIE. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA&t=17s>>. Acesso em abril de 2016.
- BISPO FILHO, D. O.; et al. 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*, Vigo, v. 12, n. 2, pp. 313-333, 2013.
- 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*, Catalão, v. 15, n. 1, pp. 171-182, 2011, DOI: 10.5216/lep.v15i1.25149.
- 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*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, pp. 1-14, 2015, DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p1.
- CARAMELLO, G. W.; et al. Articulação Centro de Pesquisa - Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, n. 3, pp. 1-9, 2010, DOI: 10.1590/S1806-11172010000300010.
- CAO, J. C.; CASTIÑEIRAS, J. M. D. Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 33, n. 6, pp. 137-158, 2015.
- CHRISPINO, A; et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência e Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, pp. 455-479, 2013. DOI: 10.1590/S1516-73132013000200015.
- CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 33, n. 3, pp. 1-11, 2011, DOI: 10.1590/S1806-11172011000300019.
- FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S. L. Perguntas elaboradas por graduandos em química a partir da leitura de textos de divulgação científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, pp. 139-160, 2012.
- FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 17, n. 2, pp. 383-399, 2011. DOI: 10.1590/S1516-73132011000200009
- GALLE, L. A. V.; PAULETTI, F.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: os interesses dos estudantes manifestados por meio de perguntas sobre

- a queima da vela. *Acta Scientiae* (ULBRA), Canoas, v. 18, n. 2, pp. 498-516, 2016.
- GARCÍA CARMONA, A.; CRIADO, A. M. Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 26, n. 1, pp. 107-124, 2008.
- 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*, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, 2011.
- LIMA JÚNIOR, P. L.; et al. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 1, 2014, DOI: 10.1590/1516-731320140010011
- 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, pp. 93-99, 2011.
- LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSI0 137. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=MfshO3P-vLYs&t=2s>>. Acesso em abril de 2016.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. A pesquisa em educação: abordagens qualitativas. *Pedagógica*, LTC, Rio de Janeiro: Brasil, 1986.
- MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. *Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, pp. 65-84, 2010, DOI: 10.1590/1983-21172010120306.
- MEIRELLES, M. A.; FLÔR, C. C. "Não faço a menor ideia": como lidar com as perguntas inusitadas dos estudantes. *Educação e Fronteiras*, Dourados, v. 7, n. 21, p. 5-13, 2017, DOI: 10.30612/eduf.v7i21.8268.
- 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*, Bauru, v. 18, n. 4, pp. 787-802, 2012, DOI: 10.1590/S1516-73132012000400004.
- OLIVEIRA, C. F.; et al. Sequência didática: Radioatividade no Ensino de Química com enfoque CTS. Em: *IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, Ponta Grossa, 2014
- ORLANDI, E. P. *Análise do discurso: princípios e procedimentos*. 4 Ed. Pontes, Campinas: Brasil, 2002.
- ORLANDI, E. P. *Discurso e Leitura*. Cortez, São Paulo: Brasil, 2008.
- ORLANDI, E. P. *A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso*. 5 Ed. Pontes. Campinas: Brasil, 2009.
- PAULETTI, F.; GALLE, L. A. V. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Passo Fundo, v. 2, n. 2, pp. 310-327, 2019, DOI: 10.5335/rbecm.v2i2.9670.
- 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*, Bauru, v. 13, n. 1, 2007, DOI: 10.1590/S1516-73132007000100005.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 2, 2007, DOI: 10.1590/S1516-73132007000200001.
- RAMOS, M.; THOMAZ, E. A Análise Textual Discursiva na interpretação do pensamento complexo e interdisciplinar presente nas perguntas dos estudantes. *CIAIQ*, Bustelo, v. 3, 2017.
- RESQUETTI, S. O. Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS. 281. Programa de Pós Graduação, doutorado em educação para a ciência e a matemática – Universidade estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- 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*, Bauru, v. 21, n. 1, pp. 1-29, 2015,

- DOI: 10.1590/1516-731320150010002.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, pp. 1-23, 2000, DOI: 10.1590/1983-21172000020202.
- SANTOS, W. L. P. S.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, pp. 191-218, 2016.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: Compromisso com a Cidadania. 4 Ed. Unijui. Ijuí: Brasil, 2003.
- SCHEFFLER, G. L.; DEL PINO, J. C. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud e o ensino de radioatividade. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 8, n. 1, pp. 29-46, 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*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, pp. 232-241, 2014.
- 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*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015, DOI: 10.1590/1516-731320150010005.
- SILVA, F. C. V.; Resolução de uma situação-problema sobre Radioterapia para construção de conceitos de Radioatividade no Ensino Superior de Química. 115. Dissertação de mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 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*, Bauru, v. 15, n. 3, pp. 681-694, 2009. DOI: 10.1590/S1516-73132009000300014.
- SPECHT, C.; RIBEIRO, M.; RAMOS, M. G. Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. *Revista Thema*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, pp. 225-242, 2017. DOI: 10.15536/thema.14.2017.225-242.395.
- STRATHERN, P. Curie e a Radioatividade em 90 minutos. Zahar, 2000.
- TEKIN, B. B.; NAKIBOGLU, C. Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 11, pp. 1712-1718, 2006. DOI: 10.1021/ed083p1712.
- 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*, Bauru, v. 20, n. 4, p. 853-869, 2014. DOI: 10.1590/1516-73132014000400006.
- TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8&t=17s>>. Acesso em abril de 2016.
- VON LINSINGEN, I; CASSIANI, S. Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da ciência e da tecnologia. *Redes*, Buenos Aires, v. 16, n. 31, p. 163-182, 2010

