



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO YOUTUBE: A NATUREZA DAS PERGUNTAS PRESENTES NOS COMENTÁRIOS DE UM VÍDEO DO CANAL NERDOLOGIA

Science communication on YouTube: The nature of the questions found in the comments of a video on the Nerdologia channel

Rafael da Costa Brito [rcbcosta@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*

Mateus Aguiar Ferreira [mateusaf200929@gmail.com]

*Instituto de Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*

Camila Greff Passos [camila.passos@ufrgs.br]

*Programa de Pós-Graduação em Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*

Carla Sirtori [carla.sirtori@ufsm.br]

*Programa de Pós-Graduação em Química
Universidade Federal de Santa Maria
Avenida Roraima, 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil*

Nathália Marcolin Simon [nathalia.marcolin@ufrgs.br]

*Programa de Pós-Graduação em Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*

Resumo

Este artigo apresenta o processo de identificação, análise e caracterização de perguntas feitas por internautas nos comentários do vídeo “Alquimia e como fazer ouro”, do canal Nerdologia do *YouTube*. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que utiliza como método o levantamento de dados *online*. Foram consideradas todas as perguntas realizadas desde a inserção do material na plataforma até março de 2023. Entre as 316 perguntas identificadas, 140 foram analisadas por terem relação com o vídeo e sua produção. A classificação das questões levou em conta dois aspectos, denominados pressuposto e demanda. O sistema de categorização dos pressupostos, estabelecido *a posteriori*, identificou 11 temas distintos, sendo Geoquímica o mais abordado nas perguntas. Entre as demandas, propostas *a priori* nos referenciais teóricos que embasaram o estudo, houve predomínio da categoria informativa. Ao mesmo tempo, as perguntas investigativas do tipo predição representaram quase um terço do total analisado. Tais resultados indicam que o vídeo de divulgação científica analisado tem potencial para suscitar questões simples e diretas, porém importantes na fundamentação do conhecimento sobre ciências, assim como para provocar interrogações que demandam maior ordem cognitiva do indagador. Ademais, a proposta de análise apresentada neste artigo viabilizou a classificação da natureza das perguntas relacionadas a um vídeo de divulgação científica que segue o modelo de edutenimento.

Palavras-Chave: Divulgação científica; Caracterização de perguntas; Mídias digitais.

Abstract

This article presents the process of identification, analysis and characterization of questions asked by Internet users in the comments of the video entitled “Alquimia e como fazer ouro” on the “Nerdologia” YouTube channel. This is a qualitative study that uses online data collection as its method. All questions asked from the time the material was uploaded to the platform until March 2023 were considered. Of all the 316 questions identified, 140 were analyzed as they relate to the video and its production. The classification of questions took into account two aspects: presupposition and demand. The presupposition categorization system, established a posteriori, identified 11 different themes, with Geochemistry being the most frequently addressed one in the questions. Regarding the demand, proposed a priori in the theoretical references that supported the study, the informative category predominated. At the same time, investigative prediction questions represented almost a third of the total analyzed. Such results indicate that the science communication video analyzed has the potential to raise simple and direct questions, important for the foundation of knowledge about science. Moreover, it can raise questions that demand a greater cognitive order from the inquirer. Finally, the analysis proposal presented in this article enabled the classification of the nature of questions related to the scientific dissemination video of the edutainment model.

Keywords: Science communication; Characterization of questions; Digital media.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a plataforma digital de compartilhamento de vídeos *YouTube* é o site mais acessado no Brasil, com 3,9 bilhões de acessos mensais (Semrush, 2022). É tendência entre os usuários do *YouTube* no país o interesse por conteúdos relacionados a jogos eletrônicos, música, comédia e vida pessoal e profissional de pessoas influentes nas mais diversas áreas (Think with Google, 2021). Além disso, estima-se que essa plataforma seja o terceiro meio mais usado pelos brasileiros para buscar informações sobre ciência e tecnologia (CGEE, 2019).

Reale (2018) encontrou no *YouTube* 197 canais brasileiros contendo ciência e designou o termo divulgação científica para esse conjunto. A autora analisou e caracterizou os canais segundo a especialização da produção e do conteúdo. Verificou que pouco mais de 30% deles apresenta conhecimento técnico na produção de vídeos e produtores com instrução formal em ciência, enquanto os demais têm um ou nenhum dos dois pontos bem desenvolvidos. Entre os canais com ambas as expertises está o Nerdologia.

O Nerdologia tem mais de 3,3 milhões de inscritos (dado de março de 2023) e é descrito por seus criadores como “*Uma análise científica da cultura nerd*”. Valentim, Orrico e Silva (2021) caracterizam a cultura *nerd* como um “*repertório de práticas sociais ligadas ao consumo da cultura midiática, pervadido por uma ideia positiva de ciência, com forte influência sobre narrativas biográficas e identitárias*” (p. 140). Assim, o canal busca atrair o público relacionando histórias e personagens de séries, filmes e quadrinhos, ou seja, temáticas da cultura *nerd*, com tópicos das ciências humanas e da natureza. Esse apelo ao lado emocional da audiência, enquanto ensina ciências e entretém, é denominado na literatura como edutenimento (Dias, Caetano, & Paiva, 2021). Para Mendes, Gonzaga e Moura (2019), o Nerdologia segue o modelo do edutenimento, pois é um espaço de acesso espontâneo que usa linguagem acessível e atrativa para abordar fatos e conceitos científicos complexos.

Um dos motivos que leva estudantes a acessarem vídeos do *YouTube* envolvendo as ciências da natureza é a tentativa de superar dificuldades encontradas na aprendizagem de sala de aula. Na investigação de Silva, Pereira e Arroio (2017), os alunos que possuem esse hábito indicaram que se interessam pelo fato de poder assistir repetidas vezes informações dadas com a mesma didática de um professor. Ao mesmo tempo, os estudantes podem ter contato com vídeos dessa mesma plataforma no ambiente escolar. Aranha, Sousa, Junior, Rocha e Silva (2019) acreditam que “*utilizar vídeos do YouTube no ensino de ciências, quando cuidadosamente planejado, pode se revelar como uma poderosa estratégia educacional*” (p. 12). Em particular para o ensino de Química, os vídeos são ferramentas úteis para abordar conceitos abstratos, apresentar experimentos caros e/ou perigosos e facilitar o aprendizado assíncrono (Reina et al., 2021).

Entretanto, os propósitos das pessoas ao entrarem no *YouTube* vão além da busca por informações e entretenimento, sendo a interação social na forma de comentários uma outra finalidade de acesso (Khan, 2017). Os comentários *online* possibilitam aos internautas expressarem opiniões sobre o conteúdo, o que

muitas vezes gera debate e expansão da discussão sobre um tema (Rocha & Massarani, 2016). Um olhar mais atento ao espaço destinado aos comentários revela, inclusive, a presença de perguntas. Muitas vezes, tais indagações são utilizadas pelos *youtubers* como motivação para produção de novos conteúdos. Ainda, alguns produtores optam por dedicar parte do conteúdo de um vídeo para responder questões do público sobre vídeos anteriores.

De fato, as perguntas exercem papel fundamental na comunicação humana, uma vez que possibilitam o intercâmbio de ideias, opiniões e saberes. Ainda, são a base do conhecimento científico, dado que, durante a construção desse saber, se unem a capacidade de observar e coletar dados sobre os fenômenos com os processos de abstração, ideação e formação de teorias, permitindo explicar tais fenômenos. O pensamento científico tem seu avanço atrelado ao surgimento de novas perguntas mais complexas, que por sua vez demandam um maior poder de processamento dos dados coletados, ou seja, novas tecnologias para analisarmos os fenômenos observados, estimulando novas questões (Tort, Márquez, & Sanmartí, 2013).

Além de relevantes nos campos da psicolinguística e da epistemologia, as perguntas têm importância didática. Pesquisadores da área de ensino de ciências vêm investigando a importância e o papel das perguntas que os estudantes elaboram no contexto de sala de aula. Para alunos, suas próprias perguntas possibilitam o direcionamento do aprendizado e da construção do conhecimento; o desenvolvimento de habilidades discursivas por fomentar discussões e debates; a autoavaliação e o monitoramento do aprendizado; e o despertar da curiosidade epistêmica, por proporcionar aumento da motivação e interesse por um tema. Para professores, as questões levantadas pelos alunos na sala de aula são relevantes para diagnosticar o entendimento dos estudantes sobre o tópico trabalhado, auxiliando na construção das etapas seguintes de ensino; estimular o desenvolvimento de propostas didáticas que envolvam questionamentos; e provocar reflexões sobre suas práticas (Chin & Osborne, 2008).

A literatura especializada apresenta ainda metodologias desenvolvidas com a finalidade de explorar os modos distintos de estimular a formulação de perguntas (Tort *et al.*, 2013; Ferres-Gurt, 2017; Silva, Schifino, Sirtori, Passos, & Simon, 2023; Ramos, Pazinato, Salgado, & Passos, 2020; Ferreira & Queiroz, 2012a; Ferreira, Imasato, & Queiroz, 2012); compreender a percepção de diferentes sujeitos sobre os questionamentos realizados (Watts & Jesus, 2005); mapear a relação entre as perguntas e as diferentes variáveis no seu processo de criação (Silva *et al.*, 2023; Salém & Kawamura, 1999; Ferreira & Queiroz, 2012a; Ferreira *et al.*, 2012; Jesus, Almeida, & Watts, 2004); e classificar os diferentes tipos de questões formuladas (Scardamalia & Bereiter, 1992; Jesus, Dias, & Watts, 2003; Tort *et al.*, 2013; Ferrés-Gurt, 2017; Ferreira & Queiroz, 2012a; Ferreira *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023; Chin & Kayalvizhi, 2002; Watts, Gould, & Alsop, 1997).

Frente ao exposto, questiona-se: Quais são os pressupostos e as demandas das perguntas feitas por internautas nos comentários do vídeo “Alquimia e como fazer ouro”, do canal Nerdologia do *YouTube*? Neste sentido, o objetivo desta investigação foi elaborar uma proposta de identificação, análise e categorização de perguntas contidas na seção de comentários de vídeos de divulgação científica do *YouTube*, a fim de compreender a natureza dos questionamentos produzidos nesse contexto de interação social. Em um levantamento realizado nas bases de dados *Education Resources Information Center* (ERIC), Google Acadêmico e do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), não foram encontrados estudos similares, indicando que não existem ou ainda não foram publicados. Desta forma, justifica-se o estudo apresentado neste artigo, pois apesar do expressivo alcance do *YouTube* nos segmentos de entretenimento (CGEE, 2019; Semrush, 2022), relacionamento (Khan, 2017) e educação formal e não formal em ciências da natureza (Aranha *et al.*, 2019; Reina *et al.*, 2021), há lacunas nas investigações envolvendo a referida plataforma de compartilhamento de vídeos enquanto fonte de dados para a pesquisa em ensino em ciências. Ainda, carece atenção o espaço dos canais para manifestação espontânea dos usuários, repleto de perguntas, sendo essas valorizadas em outras circunstâncias dos processos de ensino e aprendizagem (Ramos *et al.*, 2020; Rocha & Massarani, 2016; Silva *et al.*, 2023). Conforme observado por Moreira (2011), a escola e a sala de aula representam sistemas complexos em constante interação com o meio. Logo, as relações entre escola e sociedade e suas formas de comunicação são focos eminentes de interesse da pesquisa em ensino de ciências.

O grupo de pesquisa que propõe o presente trabalho estudou as categorias de indagações advindas de atividades de divulgação científica em contexto social (Ramos *et al.*, 2020) e de sala de aula (Silva *et al.*, 2023), assim como propôs categorias de análise para materiais de divulgação científica em meios digitais (Fonseca, Kirinus, Pazinato, Passos, & Simon, 2022). Neste âmbito, considera-se que vídeos de edutenimento do *YouTube*, como os do canal Nerdologia, sejam potenciais fontes para a pesquisa e

para os processos de ensino e aprendizagem em ciências, principalmente quanto ao favorecimento de elaboração de perguntas e reflexões sobre os conceitos científicos e temáticas abordadas em tais vídeos.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A materialidade da ciência exige processos diversos de comunicação. Na comunicação entre pares, realizada através de artigos científicos, projetos de pesquisa e trabalhos apresentados em reuniões científicas como resumos, painéis e relatos orais, tem-se a credibilidade da compreensão pelo público-alvo, dada a familiaridade de todos os envolvidos com códigos próprios de cada linha de pesquisa (Oliveira & Queiroz, 2016). Já a comunicação para um público não especialista ocorre em museus, revistas, livros, jornais e mídias digitais como podcasts, Instagram e YouTube (Silva *et al.*, 2023), e exige adaptação da linguagem utilizada na academia (Sentanin, Lanza, & Kasseboehmer, 2023).

Para além dos símbolos e códigos de linguagem, Vogt (2012) propôs um modelo de conexão dos processos de comunicação da ciência, denominado “espiral da cultura científica”. Na visão do autor, na estrutura da espiral são relevantes aspectos relacionados aos espaços de produção e divulgação do conhecimento científico, à audiência e aos divulgadores, e à natureza dos discursos utilizados (Figura 1). Assim, no quadrante I da espiral estão os cientistas, no papel de destinadores e destinatários da ciência. No quadrante II encontram-se os estudantes de todos os níveis de ensino, que recebem informações dos cientistas e professores. O quadrante III refere-se à educação não formal de ciências através de museus, onde os sujeitos envolvidos são cientistas, professores, trabalhadores e frequentadores de tais espaços. O quadrante IV foi nomeado divulgação científica e tem como divulgadores cientistas e jornalistas, e como público a sociedade em geral. A estrutura proposta para organização da espiral coloca nos quadrantes I e II a audiência reservada a públicos restritos, e nos quadrantes III e IV uma audiência irrestrita. Ainda, dispõe nos quadrantes I e IV o discurso polissêmico e polifônico, em que várias vozes se pronunciam ao mesmo tempo, e nos quadrantes II e III o discurso monossêmico e monofônico, característico de sistemas educacionais (Vogt, 2012; Vogt & Morales, 2016).

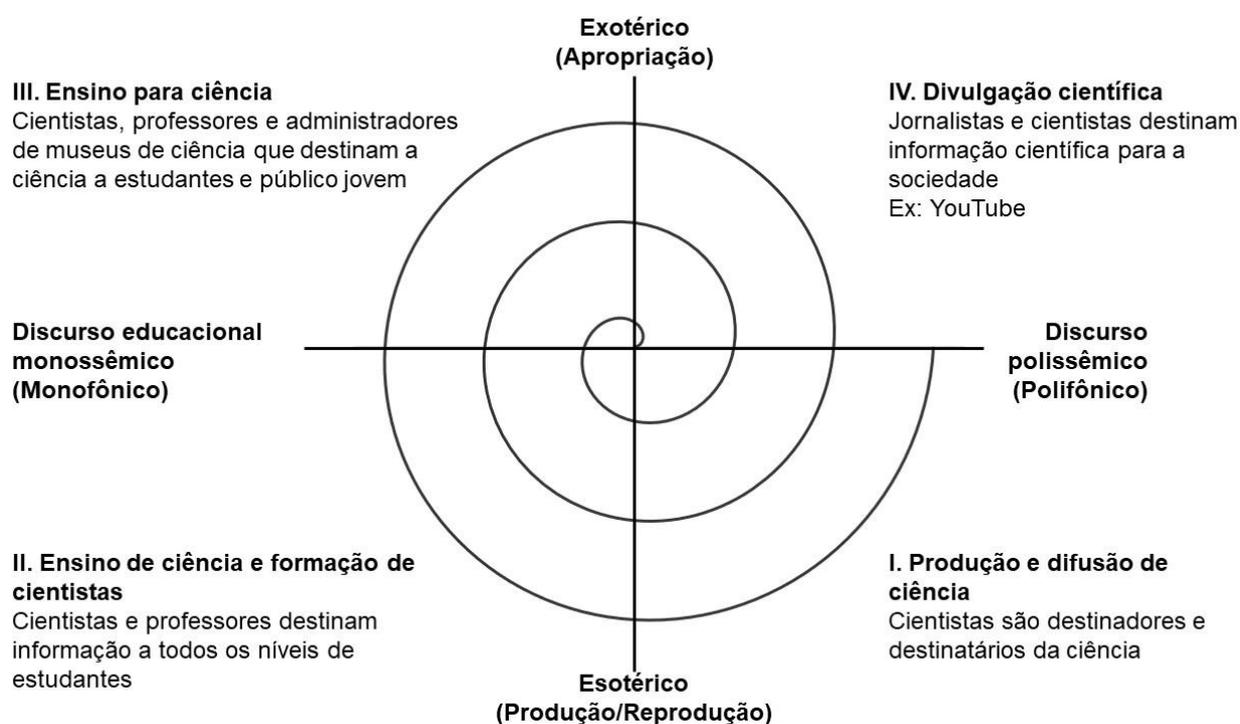


Figura 1 – Representação da espiral da cultura científica (adaptado de Vogt, 2012, p.7).

De maneira consonante, Estrada (2011) descreve a divulgação científica como um ato de comunicação que estabelece uma ponte entre o saber científico e o saber de um público não especialista. Ainda, apresenta um levantamento bibliográfico sobre os objetivos da divulgação científica, no qual se observa estreita relação com os cenários II, III e IV propostos por Vogt (2012). São eles: informar ao público

sobre avanços científicos e tecnológicos mediante explicações adequadas ao nível cognitivo, interesse, necessidades e origem do público receptor; explicar sobre o método científico, evitando visões simplistas relacionadas ao desenvolvimento da ciência; situar o contexto político, econômico, social e cultural das produções científicas, indicando a influência no cotidiano dos sujeitos; oferecer ao público informações que permitam estruturação de novos sentidos acerca de diferentes pautas levantadas sobre atividades científicas e tecnológicas; fomentar ideias que tornem os sujeitos apoiadores da ciência; despertar uma vocação científica entre o público em idade escolar; e atuar como ferramenta complementar ao ensino em sala de aula (Estrada, 2011).

De fato, materiais de divulgação científica vêm sendo explorados por professores de todos os níveis de ensino com os propósitos de abordar conceitos científicos e história da ciência, bem como realizar atividades de pesquisa, debates e levantamento de ideias, entre outros (Lima & Giordan, 2017; Ferreira & Queiroz, 2012b). Esse deslocamento de recursos textuais, auditivos e audiovisuais de divulgação científica para dentro de escolas e universidades exige do docente apropriação e adequação dos referidos materiais para fins educacionais, uma vez que suas elaborações não levam em conta situações de ensino formal (Lima & Giordan, 2018). Nesse cenário, são ferramentas importantes os estudos na área de ensino de ciências que investigam e reportam modos de caracterização desses materiais. Reconhecer suas principais propriedades pode contribuir para o planejamento de ensino dos professores, auxiliando-os na escolha dos recursos de divulgação científica mais adequados aos seus objetivos educacionais.

Uma das propostas mais recorrentes na literatura refere-se a recursos textuais de divulgação científica, como capítulos de livros e reportagens de revistas e sites. Nela, sugere-se analisar características de forma e de conteúdo das publicações, ou seja, a linguagem e os elementos visuais, bem como a temática, o tipo de abordagem e de contexto da narrativa (Ferreira & Queiroz 2011; Ribeiro & Kawamura 2005; Fatoreli, Massi, Ferreira, & Queiroz, 2015; Soltério & Queiroz, 2020; Silva *et al.*, 2023). Outros estudos indicam que a caracterização do discurso empregado nesses textos também pode ser relevante para os professores de ciências. Segundo os autores, a identificação de traços de cientificidade, didaticidade e/ou laicidade (Zamboni, 2001) nas publicações possibilita direcioná-las para a composição de atividades com finalidades distintas (Queiroz & Ferreira, 2013; Fonseca *et al.*, 2022).

Ainda, há ensaios da área de ensino de ciências que apresentam a caracterização de recursos audiovisuais de divulgação científica. Aranha *et al.* (2019) verificaram que a plataforma *YouTube* oferece uma gama de tipos de vídeos de ciências, entre eles videoaulas, canais de experimentos, canais de ciência e canais de professores com produção dos alunos. Segundo os autores, essa pluralidade possibilita múltiplos usos para tais vídeos em salas de aula de ciências: para abordagem do conteúdo, ilustração de conceitos, simulação e sensibilização sobre certos temas. O *YouTube* também forneceu dados para a investigação de Christenssonab e Sjöström (2014). Eles analisaram um conjunto de vídeos especialmente produzidos para o Ano Internacional da Química (2011), buscando reconhecer em cada um deles aspectos da química pura (experimentos, fórmulas, símbolos, cores), da química aplicada (benefícios, emprego no dia a dia, questões ambientais), da sócio química (história, ética) e da natureza da química (explicar, analisar, sintetizar, resolver problemas). Muitos desses atributos foram contemplados nos vídeos, de modo que os autores viram nas suas utilizações nas escolas uma oportunidade interessante para o aprendizado de química.

A diversidade do *YouTube* em termos de conteúdo, estrutura e público, bem como o alcance da plataforma (Semrush, 2022; Auxier, & Anderson, 2021), fomenta também outros modelos de investigações envolvendo vídeos de divulgação científica. Carvalho e Massarani (2021) analisaram canais de divulgação científica do coletivo Science Vlogs Brasil presente na plataforma, buscando identificar a representação da ciência em seus vídeos mais visualizados. Integra o Science Vlogs o canal Nerdologia, foco do estudo de Reale e Martyniuk (2016). As autoras analisaram as estratégias de imagem e de discurso aplicadas pelo canal para gerar efeitos de aproximação dos espectadores. Já Castro, Moreira e Massarani (2022) se dedicaram ao espaço destinado aos comentários de vídeos disponíveis no *YouTube* sobre a teoria da evolução por meio da seleção natural, a fim de verificar a percepção dos usuários sobre o tema. Observa-se que a relação entre os resultados obtidos e o ensino de ciências, seja ele formal ou não formal, nem sempre é discutida nas publicações que envolvem a divulgação científica contida no *YouTube*. Entretanto, os autores do presente trabalho acreditam que tais investigações podem auxiliar não só cientistas e divulgadores, mas também educadores, no desenvolvimento de novas estratégias no âmbito da divulgação científica.

PROPOSTAS PARA ANÁLISE E CATEGORIZAÇÃO DE PERGUNTAS

As perguntas e, para além disso, o processo de formulação de uma pergunta, possibilitam compreender qual nível de conhecimento está sendo acessado por quem a faz. Para realizar esse mapeamento, utiliza-se de metodologias que permitem avaliar e classificar as perguntas elaboradas.

Para Scardamalia e Bereiter (1992), questionamentos podem ser divididos em duas classes: perguntas baseadas em textos, onde a formulação ocorre através da leitura, sendo geralmente questões rasas, de baixo nível cognitivo e relacionadas com informações básicas; e perguntas baseadas em conhecimento, que são formuladas partindo de um maior nível cognitivo, com alto potencial educacional e abordam temas mais complexos.

Ferrés-Gurt (2017) também considera que alguns questionamentos podem ser rasos e diretos, suscitando respostas imediatas e sem necessidade de reflexão, e nominou-os como informativos. Ao mesmo tempo, a autora sugere a existência de perguntas do tipo investigativa, ou seja, referentes a procedimentos, análises, avaliações de dados e/ou tomada de decisões, que demandam maior ordem cognitiva do indagador. Em estudo convergente, Chin e Kayalvizhi (2002) empregaram as expressões “perguntas não-investigativas” e “perguntas investigativas”, respectivamente, para se referirem a questões com características semelhantes àquelas descritas por Ferrés-Gurt (2017).

As perguntas podem ser ainda classificadas de acordo com seu propósito, segundo Watts *et al.* (1997): consolidação, quando visam confirmar e sedimentar novas ideias; exploração, objetivando expandir e testar novos conhecimentos; e elaboração, com o propósito de conciliar diferentes conhecimentos. Em trabalho posterior, Jesus *et al.* (2003) propuseram uma simplificação de tais propósitos ao sugerir a existência de perguntas dos tipos confirmação e transformação: enquanto a primeira reúne questionamentos que buscam esclarecer uma situação, encontrar um exemplo ou uma definição, a segunda envolve reestruturação de ideias.

A investigação realizada por Tort *et al.* (2013) aponta para a necessidade de avaliar cada pergunta sob dois aspectos: o assunto abordado (pressuposto) e o objetivo do indagador (demanda). Nesse sentido, os trabalhos acima descritos na presente seção representam propostas de análise de demandas. Ao mesmo tempo, há na literatura estudos de caracterização de perguntas que visam à busca por pressupostos.

Por exemplo, Ferreira *et al.* (2012) e Ferreira e Queiroz (2012a) analisaram os temas de questões formuladas por estudantes a partir da leitura de livros de divulgação científica. No primeiro trabalho, identificaram perguntas dos tipos científica, conceitual, cotidiana, histórica e assunto gerais; no segundo, matemática, metalinguagem, fenômenos e processos. Salém e Kawamura (1999) caracterizaram perguntas dos leitores de revistas de divulgação científica quanto ao conteúdo, indicando a área da física correspondente; e quanto à abordagem, entendida pelas autoras como conceitual, cotidiana, tecnológica, instrumental, histórica e ambiental.

Na presente investigação, propomos uma combinação dos referenciais teóricos de Ferrés-Gurt (2017) e de Tort *et al.* (2013) para alicerçar o processo de análise e categorização de perguntas encontradas nos comentários de um vídeo de divulgação científica do *YouTube*. Estes referenciais foram utilizados de forma integrada em estudo anterior para análise de perguntas elaboradas por licenciandos em Química a partir da leitura de capítulos de um livro de divulgação científica (Silva *et al.*, 2023). Mais detalhes da proposta estão descritos na metodologia.

METODOLOGIA

A investigação descrita nesse trabalho tem abordagem qualitativa, de acordo com critérios apontados por Bogdan e Biklein (1994): os dados são descritivos, coletados em forma de palavras; e a análise segue um processo indutivo, flexível e adaptável, de modo que as ideias foram sendo construídas ao longo do processo de agrupamento de dados particulares.

Além disso, no que diz respeito à metodologia, a pesquisa apresentada caracteriza-se por ser do tipo levantamento *online*. Trata-se de um dos métodos utilizados para examinar diferentes aspectos de uma comunidade que se estabeleceu virtualmente. A pesquisa de levantamento *online* possibilita alcançar uma visão geral de uma comunidade virtual, a partir da qual pode-se discernir certos padrões, como por exemplo ideias e atitudes dos participantes e suas popularidades, bem como a influência da cultura *online* na vida diária (Kozinets, 2014).

Para o desenvolvimento da investigação, foi selecionado o vídeo “Alquimia e como fazer ouro” (Nerdologia, 2018a), contido na *playlist* Química do canal Nerdologia. O contato de parte dos autores com esse material audiovisual antecede o interesse pelo desenvolvimento da presente investigação. O vídeo de edutenimento foi usado como recurso em uma sequência didática elaborada por eles em 2020, na ocasião da pandemia de COVID-19, sobre o conteúdo história da química e tabela periódica. A sequência didática foi aplicada em uma disciplina introdutória do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública do sul do Brasil, onde os autores são docentes. Ao optar pelo Nerdologia, os pesquisadores levaram em conta a projeção do canal na faixa etária dos graduandos e a acuracidade dos conteúdos geralmente produzidos. A escolha do vídeo foi baseada exclusivamente na estreita relação entre o conteúdo programático da disciplina e os tópicos de química nele abordados. Não é intenção desse trabalho discutir sobre a referida sequência didática.

Todos os comentários existentes na página do vídeo, desde a data da publicação do material na plataforma até 06 de março de 2023, foram carregados. A fim de encontrar perguntas elaboradas pelo público entre os comentários, utilizou-se a ferramenta “buscar” do navegador e o sinal de interrogação (?) como termo de pesquisa. Nesse processo, perguntas sem a pontuação adequada foram excluídas da investigação. A busca encontrou 376 ocorrências do sinal de interrogação e realçou todos com coloração amarela. Após minuciosa análise das ocorrências, verificou-se a existência de 316 perguntas. As demais ocorrências referiam-se, sobretudo, à presença de sinais de interrogação em títulos de outros vídeos mostrados na mesma página (sugestões do *YouTube* para os usuários) e à repetição deste sinal em uma mesma pergunta. Nessa data, o vídeo apresentava 1579 comentários. Cabe lembrar que tais dados são dinâmicos e sofrem alterações quando mais pessoas interagem com o vídeo. Há, ainda, a possível ação dos administradores do canal e da plataforma para excluir comentários que sejam ofensivos e/ou violem as diretrizes da comunidade do *YouTube*.

A seguir, foram excluídas da investigação 176 perguntas que não tinham relação com aspectos do conteúdo ou da produção do vídeo “Alquimia e como fazer ouro”. Tratavam-se, principalmente, de sugestões para o canal Nerdologia, dúvidas sobre produção de conteúdo para internet, elogios, questões sobre o vídeo anterior publicado no mesmo canal e discussões paralelas sobre assuntos não relacionados ao vídeo. Ainda, observou-se alguns comentários em que havia duas indagações subsequentes e complementares. Quando consideradas independentes perdem o sentido, portanto foram contabilizadas como uma pergunta.

Assim, 140 perguntas foram analisadas segundo sistema de codificação proposto por Bogdan e Biklen (1994), fazendo uso de uma adaptação das propostas de Tort *et al.* (2013) e Ferrés-Gurt (2017). Nesse processo, foram assumidas tanto categorias *a priori* quanto categorias *a posteriori*, conforme será detalhado a seguir. As etapas descritas foram realizadas por dois pesquisadores distintos, para confronto entre os resultados e validação da identificação e classificação das perguntas.

Na metodologia apresentada por Tort *et al.* (2013), a análise de uma pergunta deve ocorrer em três etapas. Na primeira, denominada análise interna, deve-se identificar e distinguir a hipótese da pergunta do seu objetivo. Tais elementos da questão são denominados pressuposto e demanda, respectivamente. O Quadro 1 apresenta exemplos encontrados na literatura.

Quadro 1 - Exemplos de análise interna das perguntas, para definição dos pressupostos e demandas.

Pergunta	Pressuposto	Demanda
“De onde vem a água que chega no rio?” ¹	A água que chega no rio vem de algum lugar.	De onde vem?
“Como é que de longe a água dos rios e mares se vê azul e quando você a pega ela fica transparente?” ¹	De longe a água dos mares ou rios parece azul e quando você pega ela é transparente.	Por que parece diferente?
“Por que a pirita de ferro tem cor tão parecida com o ouro?” ²	A pirita e o ouro têm cores parecidas.	Qual o motivo?
“De que forma a energia nuclear altera os tecidos biológicos, causando danos?” ²	Os tecidos biológicos são danificados pela energia nuclear.	Como ocorre?

¹Extraído de Tort *et al.*, 2013, p. 102. ²Extraídos de Silva *et al.*, 2023, p.840.

As outras duas etapas consistem na análise individual de pressupostos e de demandas. As categorias de pressupostos devem emergir com os assuntos a que se referem as perguntas, e são identificadas a partir da indagação “sobre o que a pergunta fala?”. Já as categorias de demandas estão estabelecidas na literatura como definição, explicação, comprovação, descrição, predição, ação e opinião e foram situadas através da reflexão “o que o sujeito que saber?” (Tort *et al.*, 2013). Segundo esses autores, enquanto nos quatro primeiros tipos de demandas são empregadas, em geral, as expressões corriqueiras “por que...?”, “o que é...?”, “como...?”, nos demais estão inseridas perguntas que exigem respostas mais complexas como “o que acontece se...?” e “que diferença se observa quando...?”.

Em estudo convergente, Ferrés-Gurt (2017) apresenta os mesmos exemplos gerais para diferenciar perguntas de caráter informativo, ou seja, que não demandam criticidade, são geralmente rasas e pouco complexas, de perguntas de caráter investigativo, que exigem maior ordem cognitiva.

Assim, consideramos complementares as propostas de categorização de perguntas de Ferrés-Gurt (2017) e de Tort *et al.* (2013), no que se refere à análise das demandas. Adaptamos tais referenciais de modo que o primeiro se constitui como duas categorias de demandas, enquanto o segundo representa sete subcategorias de demandas, respectivamente. O Quadro 2 apresenta a adaptação proposta por nosso grupo de pesquisa, bem como a definição de cada subcategoria, exemplos gerais, e outros exemplos obtidos em investigações convergentes com o presente trabalho (Silva *et al.*, 2023; Specht, Ribeiro, & Ramos, 2017).

As questões extraídas dos comentários do vídeo, utilizadas na seção a seguir como exemplos, foram corrigidas para atender a norma culta da língua portuguesa. Entretanto, buscou-se realizar o menor número possível de interferências.

Quadro 2 - Definições e exemplos de categorias de demandas.

Categoria	Subcategoria	Definição da subcategoria	Exemplos gerais	Exemplos extraídos da literatura
Informação	Descrição	Perguntas que pedem informações ou dados sobre um processo ou fenômeno	Como? Onde? Quem? Quantos?	<i>“Como ocorreu a extinção dos dinossauros?”¹</i>
	Explicação	Perguntas que pedem o porquê de uma característica, processo, mudança ou fenômeno	Por quê? Qual é a causa? Como é?	<i>“Por que o alumínio foi tão importante na época?”¹</i>
	Comprovação	Perguntas que fazem referência a como se sabe ou se conhece uma informação	Como saber? Como se faz? Qual método de usa?	<i>“Quando se sabe que a substância é um ácido?”²</i>
	Definição	Perguntas que solicitam a identificação de categorias, classes, processos ou fenômenos, ou ainda características comuns a eles.	O que é? Que diferença há? A qual grupo pertence?	<i>“O que é a radioatividade?”¹</i>

Categoria	Subcategoria	Definição da subcategoria	Exemplos gerais	Exemplos extraídos da literatura
Investigação	Predição	Perguntas sobre o futuro, a continuidade ou a possibilidade de um processo.	Poderia ser? O que aconteceria se...? Quais as consequências?	<i>“A química teria atingido seu desenvolvimento atual sem que pessoas como Haber dedicassem suas pesquisas em prol da produção de armas de guerra?”¹</i>
	Ação	Perguntas que fazem referência a algo que se pode fazer para proporcionar uma mudança, para resolver um problema ou evitar uma situação.	O que pode acontecer? Como se pode...?	<i>“Quais são as condições de clima e pressão para se ter hidrogênio metálico na Terra?”¹</i>
	Opinião	Perguntas de opinião pessoal	O que você acha? O que é mais importante para você?	<i>“O que você pensa sobre as destruições e guerras feitas pelo homem para conquistar mais riquezas a partir da extração de minérios na crosta terrestre?”¹</i>

Adaptado de Tort *et al.* (2013) e Ferrés-Gurt (2017). ¹Extraídos de Silva *et al.*, 2023, p. 840. ²Extraído de Specht *et al.*, 2017, p. 236.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise realizada, verificou-se que as 140 perguntas sobre produção e conteúdo do vídeo “Alquimia e como fazer ouro” contemplam 11 pressupostos distintos e abrangem grande parte das subcategorias de demandas, conforme será apresentado na sequência do texto.

Pressupostos

O pressuposto de cada pergunta faz referência, de maneira implícita ou explícita, a um conteúdo ou campo do conhecimento (Tort *et al.*, 2013). Assim, a partir da avaliação dos pressupostos, emergiram as 11 categorias a seguir: Geoquímica, Música, Capital, Transmutação, Alquimia, Processos e Propriedades, Vocábulo, Atomística, Radioquímica, Cultura *Nerd*, e Ensino e Pesquisa. O Quadro 3 apresenta exemplos de perguntas para as diferentes categorias, bem como a ocorrência em cada caso.

Adaptando as ideias propostas por Tort *et al.* (2013) para o contexto da presente investigação, entende-se que a finalidade da identificação dos pressupostos das perguntas é indicar em quais aspectos do vídeo o público direcionou sua atenção. Nesse sentido, destaca-se a categoria Geoquímica, com 36% das ocorrências. Ela abrangeu os pressupostos relacionados com origem, abundância relativa, distribuição e migração dos elementos químicos no Universo. Alguns exemplos de questões desse tipo encontradas entre os comentários são: “Então deve ter ouro na lua, né?”; “Existem outros elementos que possivelmente estão por aí no universo e a gente não conhece?”; “Por que tem lugares que tem muito ouro?”; “Ele não é formado como o petróleo ou os diamantes?”. Além disso, pode-se afirmar que os assuntos Geoquímica, Transmutação e Alquimia fazem uma representação holística do conteúdo do vídeo. Portanto, perguntas dos internautas ligadas às categorias de mesmo nome eram esperadas e juntas correspondem a metade do total de questões analisadas. Mas a preferência e curiosidade do público pela temática Geoquímica, apesar dessa ocupar menos tempo do vídeo, é evidente. Para Graesser, Mc Mahen e Johnson (1994), um dos motivos que levam as pessoas a formularem uma pergunta é a identificação de um déficit do próprio aprendizado. De fato, Ceschini (2011) aponta que o aprendizado da Geoquímica ao longo de toda a educação básica é dificultado devido à fragmentação do ensino de ciências em química, física, biologia e geografia.

Quadro 3 - Categorias de pressupostos que emergiram da análise das perguntas, ocorrências e exemplos para cada caso.

Categorias de pressuposto	Ocorrência (em % e nº de frequência)	Exemplos de perguntas
Geoquímica	36% (50)	<i>Então no centro da terra tem um monte de ouro?</i>
Música	17% (24)	<i>Qual o nome da trilha sonora do início do vídeo?</i>
Capital	10% (14)	<i>Mas, será que encontrar e produzir todo esse ouro não acabaria o "valor" que ele tem?</i>
Transmutação	7% (10)	<i>Se usar radiação dá pra transformar um átomo de um elemento em outro?</i>
Alquimia	7% (10)	<i>O que é alquimia?</i>
Processos e Propriedades	6,5% (9)	<i>O que faz o ouro ser um ótimo condutor de eletricidade?</i>
Vocábulo	6% (8)	<i>Correto é "fornalha estelar" ou "fornalha estrelar"?</i>
Atomística	4% (6)	<i>Não teria o ferro 26 prótons?</i>
Radioquímica	3% (4)	<i>Uma dúvida: quando se irradia um metal ele também se torna radioativo?</i>
Cultura <i>nerd</i>	2% (3)	<i>E a transmutação humana?</i>
Ensino e Pesquisa	1,5% (2)	<i>E por que a alquimia não é ensinada nas escolas?</i>

Vantagens e desvantagens econômicas envolvendo a obtenção de ouro também se mostraram presentes nos pressupostos, motivo pelo qual a categoria Capital foi sugerida. A existência de questões de tal natureza não surpreende, uma vez que esse metal vem sendo considerado um símbolo de riqueza pelos seres humanos desde os primórdios. Sua relevância econômica justificou a busca dos alquimistas pela transmutação de outros materiais em ouro, um dos temas principais do vídeo. Além disso, é possível associar tais perguntas do tipo Capital com a importância econômica do ouro no contexto histórico brasileiro. O Brasil contribuiu com 50% da extração de ouro no mundo durante o século XVIII, e atividade mineradora deixou marcas profundas em nosso país (Figueirôa, 1994; Lacerda, 1997). Desde a década de 80 o principal foco do garimpo de ouro brasileiro tem sido a região amazônica, onde casos graves de contaminação e destruição ambiental têm chamado a atenção de pesquisadores, da mídia e da sociedade nos últimos meses (Pozzetti, Marques, Lopes, & Seixas, 2022; Fernandes, 2022; Castro & Souza, 2023; Barbosa, 2023). A crise humanitária do povo Yanomami merece destaque, dada a violência dos garimpeiros ilegais e a proliferação de doenças (Tollefson, 2021; Perobelli, 2023).

A indicação do custo da transmutação de bismuto em ouro no vídeo também pode ter sido um gatilho para a elaboração de perguntas. Assim como o público, os produtores do canal Nerdologia manifestaram interesse pela temática ao selecionar, entre todas as questões existentes na seção comentários, a seguinte pergunta para ser respondida ao final do vídeo subsequente: *“Átila, algum dia poderia ser mais viável minerar a Lua, que provavelmente sofreu muitos bombardeios de meteoros, mais do que valeria continuar caçando ouro na terra?”* (Nerdologia, 2018b).

As categorias Processos e Propriedades, Atomística, Radioquímica, Cultura *Nerd* e Ensino e Pesquisa correspondem juntas a 17% das ocorrências. Em Processos e Propriedades foram concentrados pressupostos sobre métodos de extração e características químicas dos metais e de outros materiais. Atomística foi sugerida para representar assuntos associados a partículas subatômicas dos diferentes elementos químicos. Pressupostos relacionados à radiação foram inseridos na categoria Radioquímica. Cultura *Nerd* foi estabelecida para contemplar personagens e histórias de animações. E Ensino e Pesquisa compreende uma pergunta com pressuposto sobre currículo escolar e outra sobre a utilização de ouro em pesquisas científicas. Considera-se que essas categorias dizem respeito a pressupostos que têm relação implícita com o conteúdo do vídeo, ou seja, não são abarcados pelo conteúdo principal proposto, mas estão conectados. Por exemplo, o vídeo em estudo tem a alquimia como um dos focos, mas não menciona o ensino formal de ciências. Entretanto, entre os comentários há uma pergunta com o pressuposto “alquimia não é ensinada nas escolas” (pergunta do Quadro 3 para categoria Ensino e Pesquisa). Segundo Quadros, Silva e Silva (2011), a produção de questões que envolvem a retomada de palavras do material acessado para utilização desta em outro contexto é um indício do entendimento do conteúdo, considerando que “compreender é povoar a palavra alheia com as nossas próprias palavras” (p. 55).

Houve ainda a necessidade de criar categorias para pressupostos de perguntas que não fazem referência ao conteúdo do vídeo, mas estão ligadas a aspectos da sua produção. Uma delas é a categoria Música, que agrupa dúvidas sobre a trilha sonora e representa 17% das questões analisadas. Tal informação não é dada na ficha técnica da produção. Ocorrências semelhantes, em que o teor científico do material não foi o foco dos sujeitos, foram observadas também em outras investigações sobre formulação de questões. Tort *et al.* (2013) propuseram para alunos de ensino fundamental a elaboração de perguntas sobre o ciclo da água e empregaram como material didático um pequeno texto contendo a imagem de um sábio grego. Cerca de 13% das indagações estavam relacionadas com o desenho e não com o ciclo da água, como é o caso de “*para que serve todo esse desenho?*” (p. 106). Ferreira *et al.* (2012) solicitaram a graduandos do curso de Bacharelado em Química a produção de questões baseadas em um livro de divulgação científica e 3% das perguntas estavam relacionadas com assuntos gerais, como os personagens da história. Desenhos, personagens e músicas complementam as produções e atraem a atenção dos sujeitos, mas podem se tornar uma distração, abrindo caminho para a concentração em aspectos superficiais do material (Tort *et al.*, 2013).

Ainda em relação a questionamentos do público ligados à produção do vídeo, foi proposta a categoria Vocábulo para abarcar dúvidas referentes às palavras empregadas na narração, como em “*Não seria quadrilhões ao invés de quadrilhões?*”.

Demandas

A análise da demanda de uma pergunta permite evidenciar qual é o objetivo de quem a formula. Os resultados obtidos através da análise de demandas para as 140 questões identificadas na seção de comentários de “Alquimia e como fazer ouro” encontram-se no Quadro 4.

As perguntas do tipo informativa representam 60% do total encontradas nos comentários do referido vídeo do canal Nerdologia. A predominância dessa categoria também ocorreu em estudos de mesma natureza, entretanto desenvolvidos em outros contextos. Por exemplo, tais questões são comuns no ambiente escolar, apesar do anseio dos pesquisadores da área pelo desenvolvimento das habilidades de produção de perguntas investigativas em sala de aula (Tort *et al.*, 2013; Specht *et al.*, 2017; Ferrés-Gurt, 2017). Specht *et al.* (2017) verificaram que até as indagações feitas espontaneamente por professores são prioritariamente informativas. E, no que diz respeito aos estudantes, mesmo sob orientação docente para desenvolvimento de perguntas investigativas, estes encontraram dificuldades em propô-las (Ferrés-Gurt, 2017). Ao mesmo tempo, para Tort *et al.* (2013) as perguntas informativas representam um processo de fundamentação do conhecimento sobre um assunto. Por isso, o hábito de elaborar essas questões, sobre as quais os sujeitos desejam respostas simples, curtas e objetivas, é próprio dos nossos cotidianos. Assim, observa-se no ambiente virtual a repetição de um padrão ocorrido em situações do dia a dia, no contexto físico.

Dentre as perguntas informativas, destacam-se quantitativamente aquelas com demanda de descrição. A maioria das questões dessa natureza está relacionada com os pressupostos Música e Vocábulo, ou seja, objetiva apenas conhecer a trilha sonora ou sanar dúvidas sobre palavras empregadas no vídeo. Tratam-se, portanto, de perguntas formuladas de “*maneira quase inconsciente*” e “*não são indicativas de uma verdadeira inquietude intelectual*” (Tort *et al.*, 2013, p. 110). Segundo os autores, os questionamentos que demandam explicações têm características semelhantes.

Quadro 4 - Aspectos quantitativos provenientes da análise das demandas das perguntas.

Categoria	Subcategoria	Ocorrência (em % e nº de frequência)	Exemplo de Pergunta
Informativa	Descrição	33% (46)	<i>E esses símbolos diversos da alquimia? De onde tiraram?</i>
	Comprovação	13% (18)	<i>Como se sabe do que é composto o sol?</i>
	Explicação	9% (13)	<i>Por que tem lugares que tem muito ouro?</i>
	Definição	5% (7)	<i>Alguém por favor me responda se alquimia é uma ciência?</i>
Investigativa	Predição	32% (45)	<i>Já que a maioria desses metais se encontram no núcleo, durante uma erupção vulcânica, os metais poderiam sair juntos?</i>
	Ação	8% (11)	<i>E o ouro que está no interior do planeta? Algum meio de resgatá-lo?</i>
	Opinião	(0)	-

Já as perguntas do tipo definição representam um processo de generalização de informações advindas de explicações, comprovações e descrições, o que possibilita o estabelecimento de uma teoria geral sobre um tema (Tort *et al.*, 2013). Assim, a definição caracteriza-se como uma subcategoria intermediária, um ponto de conexão entre perguntas informativas e investigativas. Por exemplo, ao questionar “*Ele (o ouro) não é formado como o petróleo ou os diamantes?*”, o internauta evidencia que já possui dados sobre a origem de outros materiais e tenta entender como os processos se diferenciam. Nesse sentido, para alguns expectadores o vídeo “Alquimia e como fazer ouro” se apresentou como uma possibilidade de obtenção de novas informações, de compreensão do porquê de determinadas características, ou ainda a possibilidade de recordar dados, estimulando a elaboração de perguntas que objetivaram a generalização de ideias.

Cabe acentuar também os resultados obtidos para a subcategoria comprovação, uma vez que o percentual obtido (13%) é discrepante do encontrado em outras investigações com mesmo sistema de categorização (máximo 3%) (Tort *et al.*, 2013; Specht *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2020). No presente estudo, além de perguntas que fazem referência a como se sabe ou se conhece uma informação (“*Qual a fonte que diz que o nosso ouro vem principalmente de meteoritos?*”), foram incluídas nessa subcategoria perguntas em que o indagador objetiva comprovar uma informação explicitamente fornecida no vídeo, como nos exemplos “*Espera, ele realmente transformou bismuto em ouro?*” e “*Átila, o plutônio pode mesmo ser produzido no interior de estrelas como você falou no vídeo?*”; ou obtidas em outras fontes como no caso “*Aquela história de que alquimistas tentavam transmutar ouro a partir da urina? É lenda ou acontecia mesmo?*”. Exemplos com tais características não foram mencionadas em outras investigações, todas em contexto presencial, sejam elas em momentos de aprendizagem formal (Tort *et al.*, 2013; Specht *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2023), ou não formal (Ramos *et al.*, 2020), com questões advindas de processo espontâneo (Specht *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2020) ou por solicitação dos pesquisadores (Tort *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2023). Assim, o resultado quantitativamente superior da subcategoria comprovação, em comparação com aqueles obtidos em outros estudos, pode ser um reflexo da necessidade de adaptação da subcategoria para dados obtidos no contexto *online*.

As perguntas do tipo investigativas representam 40% do total contidas na seção comentários do vídeo “Alquimia e como fazer ouro”, e visam questionar sobre possibilidade e continuidade de processos (subcategoria predição – “*Quão viável é buscar um asteroide de ouro, tipo o 16 Psyche?*”), ou resolução de um problema (subcategoria ação – “*Mas se usamos fios de ouro nos aparelhos eletrônicos e estamos tendo cada vez mais deles, quer dizer que daqui um tempo o ouro vai ficar tão caro, mas tão caro que ou vamos*

ter que ir buscar mais em outros planetas ou vamos ter que substituí-lo por outro metal condutor tão bom quanto o ouro?”). Não foram identificadas perguntas da subcategoria opinião.

Esses resultados convergem com grande parte dos trabalhos sobre caracterização de perguntas em que os contextos de elaboração envolvem a divulgação científica. Apesar das questões investigativas não representarem a maioria das perguntas analisadas nesses estudos, de modo geral atingem percentuais maiores quando o cenário de produção está associado à divulgação científica. Por exemplo, a análise das perguntas feitas por estudantes ao longo de uma sequência de 40 aulas de química revelou que somente 2% dos questionamentos tinham demandas de investigação (Specht *et al.*, 2017). Ao mesmo tempo, entre as indagações do público durante uma atividade de divulgação da ciência organizada, aplicada e analisada por Ramos *et al.* (2020), 20% exibiram traços investigativos. Além disso, 44% das questões produzidas por licenciandos em química a partir da leitura de capítulos de um livro de divulgação científica tinham natureza investigativa (Silva *et al.*, 2023). Em consonância com esse panorama está o trabalho publicado por Ferreira e Queiroz (2012a). Apensar de não utilizar o mesmo referencial teórico do presente estudo, uma breve análise nos exemplares de perguntas apresentadas ao longo do texto das autoras indica que grande parte das questões produzidas por graduandos em química, a partir da leitura de um livro de divulgação científica, têm características investigativas, enquanto nas atividades regulares de sala de aula os mesmos estudantes elaboraram mais indagações do tipo informativa.

Segundo Ferrés-Gurt (2017), uma condição necessária para a elaboração de questões investigativas é a compreensão conceitual do tema sobre o qual se deseja investigar. Assim, sugere-se que as perguntas investigativas presentes nos comentários do vídeo são advindas de um público detentor de algum conhecimento acerca dos pressupostos caracterizados na seção anterior. De fato, a busca pela aprendizagem de ciências através de meios não formais de ensino, como materiais textuais, auditivos e audiovisuais de divulgação científica, muitas vezes perpassa por um interesse prévio pelo assunto, surgido de experiências anteriores (Martin, Arruda, & Passos, 2016). Além disso, a presença da divulgação científica em ambientes formais de ensino, ou seja, na sala de aula, geralmente precede ou acompanha o conteúdo curricular (Silva *et al.*, 2023; Ferreira & Queiroz, 2012a).

É preciso considerar ainda que o entendimento e a generalização de informações basais (Tort *et al.*, 2013; Ferrés-Gurt, 2017), componentes do processo de formulação de perguntas complexas, demandam tempo (Lombard & Schneider, 2013). E ao acessar um vídeo do *YouTube*, o usuário tem possibilidade de assistir repetidamente o conteúdo e de pausar a exibição, bem como ler os comentários de outros sujeitos, visando buscar e retomar informações (Khan, 2017). Portanto, o excedente de perguntas investigativas, quando comparadas a outros estudos, pode também ser resultado de um contexto em que houve tempo para construí-las, diferente do que comumente ocorre durante o ensino tradicional de ciências.

As perguntas investigativas que objetivam prever processos e situações futuras representam quase um terço de todas as questões analisadas no presente estudo. Para Tort *et al.* (2013), a predição é uma componente da comprovação de relações estabelecidas entre conceitos construídos e fenômenos observados. Pois, observa-se que tal comprovação é buscada pelos internautas ao supor uma nova ideia a partir do seu próprio entendimento sobre o conteúdo do vídeo, através do uso frequente das expressões “então”, “correto” e “certo” (“*Todos os metais oxidam, porém, ocorre de maneira diferente em cada metal. Correto?*”; “*A lua deve ter muito ouro então?*”). Trata-se de uma possibilidade de verificar a reprodutibilidade ou alcance de um modelo proposto no vídeo em outros dados, muitas vezes obtidos em outras fontes. O processo de elaboração de uma predição é considerado o *sine qua non* da ciência (Pickett, Kolasa, & Jones, 2007), daí a relevância de reconhecer perguntas dessa natureza em comentários de um vídeo de divulgação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou identificar, analisar e caracterizar perguntas produzidas por internautas a partir do vídeo de “Alquimia e como fazer ouro”, contido na *playlist* Química do canal de divulgação científica do *YouTube* Nerdologia, a fim de compreender a natureza dos questionamentos produzidos nesse contexto. A partir de critérios estabelecidos, 140 das 316 perguntas identificadas na seção comentários do referido vídeo foram analisadas levando em conta dois aspectos, denominados pressuposto e demanda. Segundo o referencial teórico que embasou a investigação, o pressuposto representa a temática da pergunta, enquanto a demanda indica o objetivo do indagador ao elaborar a questão.

A análise dos questionamentos possibilitou a proposição de 11 categorias de pressupostos, aqui apresentadas em ordem quantitativa de ocorrência: Geoquímica, Música, Capital, Transmutação, Alquimia,

Processos e Propriedades, Vocábulo, Atomística, Radioquímica, Cultura Nerd, e Ensino e Pesquisa. A preferência e a curiosidade do público pela Geoquímica, apesar de ocupar menos tempo do vídeo, pode ser indicativo de um déficit da abordagem de conteúdos associados a esse assunto no ensino básico.

As categorias e subcategorias de demandas foram adaptadas de propostas definidas *a priori* em referenciais distintos. Assim, ficou estabelecido que perguntas informativas podem objetivar definição, explicação, descrição ou comprovação, enquanto perguntas investigativas podem visar predição, ação ou opinião. Observou-se predomínio de questionamentos informativos, ou seja, de estrutura pouco complexa, porém relevantes para fundamentar o conhecimento sobre ciências. Ao mesmo tempo, as perguntas investigativas do tipo predição representaram quase um terço do total analisado, sugerindo que o vídeo tem elementos para provocar indagações que demandam maior ordem cognitiva para elaboração.

Considera-se, portanto, que a proposta de análise apresentada neste artigo atingiu o objetivo, por apresentar potencialidades para classificar pressupostos e demandas das perguntas relacionadas a um vídeo de divulgação científica que segue o modelo de edutenimento. Destaca-se essa implicação como uma contribuição para a área de pesquisa em ensino de ciências, visto o expressivo uso de recursos digitais no meio educacional e social, principalmente os vinculados ao *YouTube*. Neste sentido, outros vídeos e suas perguntas/comentários poderão ser analisados em investigações futuras a partir da proposta relatada neste artigo.

Ainda, há indicativos de que o vídeo de divulgação científica “Alquimia e como fazer ouro” pode constituir-se um material relevante para a aprendizagem de ciências em ambiente externo ao escolar/universitário. É pertinente salientar que, para o contexto do ensino formal e não formal de ciências, esta pesquisa apontou possibilidades do vídeo para além dos conteúdos de história da química e tabela periódica, visto que foram identificadas 11 categorias de pressupostos que contemplam temáticas abrangentes e correlacionadas às ciências.

A continuidade da investigação poderá apontar caminhos promissores para o desenvolvimento de estratégias adequadas de utilização desse vídeo em sala de aula, bem como para a promoção de perguntas de maior grau de complexidade por parte dos estudantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq (402450/2021-3, 407000/2021-6 e 306928/2023-0) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Aranha, C. P., Sousa, R. C. de, Junior, J. B. B., Rocha, J. R., & Silva, A. F. G. (2019). O YouTube como ferramenta educativa para o ensino de ciências. *Olhares & Trilhas*, 21(1), 10-25.
<https://doi.org/10.14393/OT2019v21.n.1.46164>
- Auxier, B., & Anderson, M. (2021). *Social Media Use in 2021*. Recuperado de <https://www.pewresearch.org/internet/2021/04/07/social-media-use-in-2021/>
- Barbosa, E. P. D. S. (2023). Comunidade do Xivete: um caso de racismo ambiental e sofrimento hídrico em pedra branca do Amapari-AP. Recuperado de <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/1281>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Portugal: Porto.
- Carvalho, V. B., & Massarani, L. (2021). A representação da ciência no Science Vlogs Brasil: uma análise de canais de divulgação científica. *Comunicação & Sociedade*, 43(2), 155-187. Recuperado de <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/CSO/article/view/10895/7977>
- Castro, H. T. T., Moreira, I. C., & Massarani, L. (2022). Percepções da teoria da evolução e seleção natural em comentários no YouTube. *Interfaces Científicas - Humanas e Sociais*, 9(3), 184–201.
<https://doi.org/10.17564/2316-3801.2022v9n3p184-201>

- Castro, N. S. S., & Souza, T. M. C. (2023). Impactos em saúde derivado do garimpo em Cachoeira do Piriá/PA. In Viana, W. C., & Santos, D. M. A. (Eds.), *Amazônia: Tópicos atuais em ambiente, saúde e educação* (197-212). São Paulo, SP: Científica. Recuperado de <https://www.editoracientifica.com.br/articles/code/220509033>
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2019). Relatório dos resultados da enquete sobre percepção pública da C&T no Brasil. Percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil: 2018-2019. Recuperado de <https://www.cgее.org.br/web/percepcao>
- Ceschini, E. B. (2011). *Estudo da distribuição de metais numa área de recuperação de manguezal na Baía de Guanabara (RJ), com enfoque na aplicação da geoquímica no ensino básico*. (Dissertação de mestrado). Pós-graduação em geociências – geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. Recuperado de <https://app.uff.br/riuff/handle/1/3750>
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030499>
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in science education*, 44(1), 1-39. <http://doi.org/10.1080/03057260701828101>
- Christensson, C., & Sjöström, J. (2014). Chemistry in context: analysis of thematic chemistry videos available online. *Chemistry Education Research and Practice Journal*, 15(1), 59-69. <https://doi.org/10.1039/c3rp00102d>
- Dias, D., Caetano, J. F., & Paiva, J. (2021). "Ethics against Chemistry": Solving a Crime Using Chemistry Concepts and Storytelling in a History of Science-Based Interactive Game for Middle School Students. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1681-1690. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01469>
- Estrada, J. C. O. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i2.01
- Fatareli, E. F., Massi, L., Ferreira, L. N. D. A., & Queiroz, S. L. (2015). Mapeamento de textos de divulgação científica para planejamento de debates no ensino de química. *Química Nova*, 37(1), 11-18. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150003>
- Fernandes, R. M. S. (2022). A política mineral do governo Bolsonaro para a Amazônia Legal: um balanço a partir dos processos minerários ativos. *Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política*, 4(2), 149-172. <https://doi.org/10.48075/amb.v4i2.29781>
- Ferreira, L. N. D. A., Imasato, H., & Queiroz, S. L. (2012). Textos de divulgação científica no ensino superior de química: aplicação em uma disciplina de Química Estrutural. *Educación química*, 23(1), 49-54. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2012000100009&script=sci_arttext&tlng=pt
- Ferreira, L. N. D. A., & Queiroz, S. L. (2012a). Perguntas elaboradas por graduandos em química a partir da leitura de textos de divulgação científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), 139-160. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4223>
- Ferreira, L. N. D. A., & Queiroz, S. L. (2012b). Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 3-31. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695>
- Ferreira, L. N. D. A., & Queiroz, S. L. (2011). Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. *Química Nova*, 34(2), 354-360. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000200033>
- Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 410-426. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/19226>

- Figueirôa, S. F. D. M. (1994). Mineração no Brasil: aspectos técnicos e científicos de sua história na colônia e no império (séculos XVIII-XIX). *América Latina en la historia económica*, 1(1), 41-55. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4833152.pdf>
- Fonseca, V. F., Kirinus, G. O., Pazinato, M. S., Passos, C. G., & Simon, N. M. (2022). Divulgação científica nas mídias digitais: uma proposta de análise para uso no ensino de ciências. *ACTIO: Docência em Ciências*, 7(1), 1-21. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n2.14264>
- Graesser, A. C., McMahan, C. L., & Johnson, B. K. (1994). Question asking and answering. In M. A. Gernsbacher(Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (p. 517). Recuperado de <https://psycnet.apa.org/record/1994-97824-015>
- Jesus, H. P., Almeida, P. C., & Watts, M. (2004). Questioning styles and students' learning: four case studies. *Educational Psychology*, 24(4), 531-548. <https://doi.org/10.1080/0144341042000228889>
- Jesus, H. P., Dias, J. J. C. T., & Watts, M. (2003). Questions of chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(8), 1015-1034. <https://doi.org/10.1080/09500690305022>
- Khan, M. L. (2017). Social media engagement: What motivates user participation and consumption on YouTube? *Computers in human behavior*, 66, 236-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.024>
- Kozinets, R. V. (2014). *Netnografia: realizando pesquisa etnográfica online*. Porto Alegre, RS: Penso.
- Lacerda, L. D. D. (1997). Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro. *Química Nova*, 20, 196-199. <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000200012>
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2017). Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 9 (e2932), 1-23. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190122>
- Lima, G. S., & Giordan, M. (2018). O movimento docente para o uso da divulgação científica em sala de aula: um modelo a partir da teoria da atividade. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 493–520. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182493>
- Lombard, F. E., & Schneider, D. K. (2013). Good student questions in inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 47(3), 166-174. <http://doi.org/10.1080/00219266.2013.821749>
- Martin, G. F. S., Arruda, S. M., & Passos, M. M. (2016). O modelo de quatro fases do desenvolvimento do interesse aplicado à aprendizagem da docência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(1), 46-61. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p46>
- Mendes, L. H. R., Gonzaga, E. P., & Moura, S. V. O. (2019). Análise do canal Nerdologia: um modelo de edutenimento no YouTube. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(6), 39–55. <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i6.2030>
- Moreira, M. A. (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Nerdologia (2018a). Alquimia e como fazer ouro. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=E-fsgXaAdOQ&ab_channel=Nerdologia
- Nerdologia (2018b). Os poderes da mística e o mimetismo. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=KrlV_uNjIEA&t=424s&ab_channel=Nerdologia
- Oliveira, J. R. S., & Queiroz, S. L. (2017). *Comunicação e Linguagem Científica: Guia para estudantes de Química*. Campinas, SP: Átomo.

- Perobelli, A. (2023). Brazil agencies launch raid against illegal gold miners in Yanomami land. Recuperado de <https://www.reuters.com/world/americas/brazil-agencies-launch-raid-against-illegal-gold-miners-yanomami-lands-2023-02-08/>
- Pickett, S. T. A., Kolasa, J., & Jones, C.G. (2007). *Ecological Understanding: The nature of theory and the theory of nature*. Califórnia: Academic Press. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5270488/mod_resource/content/2/Ecological%20Understanding_2ndEd_Picket%20et%20al%202007.pdf
- Pozzetti, V. C., Marques, R. L. S., Lopes, M. T. G., & Seixas, C. D. C. (2022). Uso de mercúrio na Amazônia brasileira: contaminação, problemas e legislação vigente. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 13(2), 1-34. <https://doi.org/10.17345/rcda3391>
- Quadros, A. L., Silva, D. C. da, & Silva, F. C. (2011). Formulação de questões a partir da leitura de um texto: desempenho dos estudantes de licenciatura em Química da modalidade à distância. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 13(1), 43-56. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130104>
- Queiroz, S. L., & Ferreira, L. N. D. A. (2013). Traços de cientificidade, didaticidade e laicidade em artigos da revista 'Ciência Hoje' relacionados à química. *Ciência e Educação (Bauru)*, 19(4), 947-969. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HhWdZ5ZGd8nSrYn7ZY6ZvTf/?format=pdf&lang=pt>
- Ramos, A. S., Pazinato, M. S., Salgado, T. D. M., Passos, C. G. (2020). A atividade “Magia ou Ciência?” do evento Portas Abertas 2018: uma análise das perguntas produzidas pelos visitantes. *Ciência e Natura*, 42(98), 1-14. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X43329>
- Reale, M. V. *O sabor do saber: divulgação científica em interação no YouTube*. (Dissertação de mestrado). Mestrado em Comunicação e Semiótica, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/21311>
- Reale, M. V., & Martyniuk, V. L. (2016). Divulgação científica no Youtube: a construção de sentido de pesquisadores nerds comunicando ciência. In *XXXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação* (pp. 1-15). São Paulo, SP.
- Reina, A., Ortega, H. G., Ayala, L. F. H., Ríos, I. G., Mora, J. G., & Reina, M. (2021). CADMIO: Creating and curating an educational YouTube channel with chemistry videos. *Journal of Chemical Education*, 98(11), 3593–3599. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00794>
- Ribeiro, R. A., & Kawamura, M. R. D. (2005). A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp.1-13), Bauru, SP, Brasil. Recuperado de https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p803.pdf
- Rocha, M., & Massarani, L. (2016). Divulgação científica na internet: Um estudo de caso de comentários feitos por leitores em textos da Ciência Hoje das Crianças online. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(1), 207-233. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n1p207>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge based questioning by children. *Cognition and instruction*, 9(3), 177-199. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0903_1
- Semrush blog. Top 100 sites mais acessados no Brasil [Edição 2022]. Recuperado de <https://pt.semrush.com/blog/top-100-sites-mais-visitados/>
- Sentanin, F. C., Lanza, M. R. V., & Kasseboehmer, A. C. (2023). Chemistry scientific dissemination video: impact on the perception of university students. *Journal of Chemical Education*, 100, 714–721. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01071>
- Silva, M. J. da, Pereira, M. V., & Arroio, A. (2017). O papel do Youtube no ensino de ciências para estudantes no ensino médio. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 7(2), 35- 55. Recuperado de <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4560/2524>
- Silva, P. R. M da, Schifino, F., Sirtori, C., Passos, C. G. & Simon, N. M. (2023). Uma análise do processo de elaboração de perguntas produzidas por licenciandos em química a partir da literatura de divulgação científica. *Química Nova*, 46(8), 836-843. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230047>

- Soltério, C., & Queiroz, S. L. (2020). Estratégias de escrita para abordagem da comunicação pública da ciência na educação em química. *Química Nova*, 43(8), 1163-1171. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170580>
- Specht, C. C., Ribeiro, M. G. M., & Ramos, M. G. (2017). Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. *Thema*, 14(1), 225-242. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.225-242.395>
- Think with Google. (2021). De podcasts a microvídeos: conheça as principais tendências do YouTube em 2021. Recuperado de <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/pt-br/tendencias-de-consumo/tendencias-de-comportamento/de-podcasts-a-microvideos-conheca-as-principais-tendencias-do-youtube-em-2021/>
- Tollefson, J. (2021). Illegal mining in the Amazon hits record high amid Indigenous protests. *Nature*, 598(7879), 15-16. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02644-x>
- Tort, M. R., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95-114. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.603>
- Valentim, A. P. S., Orrico, E. G. D., & Silva, E. P. (2021). Discurso de divulgação científica e canal Nerdologia no Youtube. *Simbiótica*, 8(3), 135-148. <https://doi.org/10.47456/simbitica.v8i3.36816>
- Vogt, C. (2012). The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science*, 21(1), 4-16. <https://doi.org/10.1177/0963662511420410>
- Vogt, C., & Morales, A. P. (2016). Espiral da cultura científica. In C. Vogt; A. P. Morales (Ed.). O discurso dos indicadores de C&T e de percepção de C&T (pp. 25-31). Madri, España: Los Libros de la Catarata. Recuperado de <https://www.comciencia.br/espiral-cultura-e-cultura-cientifica/>
- Watts, M., Gould, G., & Alsop, S. (1997) Questions of understanding: categorising pupils' questions in science. *School Science Review*, 79(286), 57-63. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234595630_Questions_of_Understanding_Categorising_Pupils'_Questions_in_Science
- Watts, M., & Jesus, H. P. (2005). The cause and affect of asking questions: Reflective case studies from undergraduate students. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 5(4), 437-452. <https://doi.org/10.1080/14926150509556674>
- Zamboni, L. M. S. (2001). *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas, SP: Autores Associados.

Recebido em: 29.09.2023

Aceito em: 16.04.2024