

PUCRS

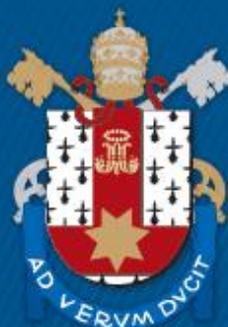
ESCOLA DE CIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO

SIMONE MERTINS

**ESTUDO DAS PERGUNTAS DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO NO  
CONTEXTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

Porto Alegre  
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

SIMONE MERTINS

**ESTUDO DAS PERGUNTAS DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL E  
MÉDIO NO CONTEXTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como exigência para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos

PORTO ALEGRE  
2019

## Ficha Catalográfica

M575e Mertins, Simone

Estudo das perguntas de estudantes do Ensino Fundamental e Médio no contexto do ensino e da aprendizagem em ciências / Simone Mertins . – 2019.

121 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos.

1. Perguntas dos estudantes. 2. Ensino de Ciências. 3. Educação básica. I. Ramos, Maurivan Güntzel. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

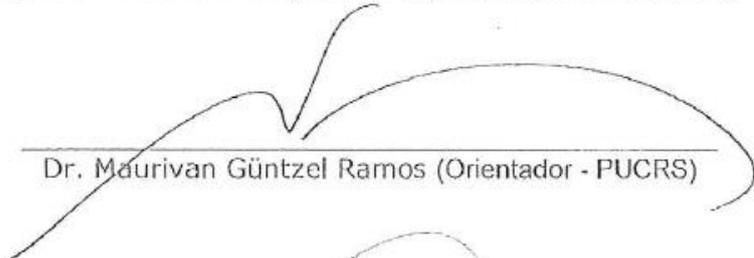
Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

SIMONE MERTINS

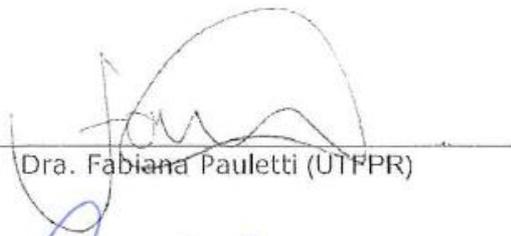
**"ESTUDO DAS PERGUNTAS DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO NO CONTEXTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 12 de março de 2019, pela Banca Examinadora.



Dr. Maurivan Güntzel Ramos (Orientador - PUCRS)



Dra. Fabiana Pauletti (UTFPR)



Dr. João Batista Siqueira Harres (PUCRS)

*Aos meus amados filhos Pietro e Luiza, vocês são a minha motivação e a certeza que a felicidade está no presente, no agora, nos momentos únicos e indescritíveis que vivemos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por todas as experiências que vivenciei e por ter me guiado em todas as escolhas que fiz durante a minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica, as quais me trouxeram até aqui.

Ao meu companheiro de vida Diego Luís Klein. Obrigada por estar sempre ao meu lado me dando carinho, apoio, incentivo e compreendendo as minhas ausências.

Aos meus filhos Pietro e Luiza, por todo amor que alegam os meus dias e fizeram com que a caminhada durante o mestrado fosse mais leve e feliz.

Aos meus pais Ari Mertins e Vera Luiza Mertins, que sempre fizeram todo o possível para que eu pudesse avançar nos estudos.

Ao meu irmão e primeiro amigo Marcelo Mertins, por estar sempre presente.

Ao meu orientador Prof. Dr. Maurivan Guntzel Ramos, pelo acolhimento, disponibilidade e ensinamentos ao longo do curso.

Às amigas que estiveram comigo nessa caminhada, em especial à amiga Carla Melo da Silva, por todo o carinho, amizade e apoio, que começou muito antes do mestrado. Se não fosse pelo teu incentivo certamente não estaria aqui.

Aos professores do PPGEDUCEM, por todos os momentos de aprendizagem e reflexão.

Aos colegas PPGEDUCEM, pela convivência durante o mestrado, em especial à amiga Lorita Galle, pelos momentos de trocas e aprendizagens.

Aos funcionários do programa, sempre prontos para ajudar, em especial à Luciana Apolo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - CAPES, pela bolsa concedida.

## RESUMO

Esta investigação apresenta o estudo das perguntas dos estudantes de Ensino Fundamental e Médio para o ensino e a aprendizagem em Ciências. Buscou responder à seguinte questão: *De que modo as perguntas propostas por estudantes de Ciências do Ensino Fundamental e Médio podem contribuir para o ensino e a aprendizagem?* Desse modo, esta pesquisa teve como objetivo central *compreender as possibilidades que as perguntas dos estudantes oferecem para o ensino e para a aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental e Médio*. Participaram da pesquisa 187 estudantes de quatro turmas de 5º ano do Ensino Fundamental (EF) e quatro turmas de 2º ano do Ensino Médio (EM), de quatro escolas públicas de quatro cidades do Rio Grande do Sul. Após a observação de um experimento em que ocorreu a extinção da chama de uma vela por ação do gás carbônico, os estudantes propuseram 603 perguntas sobre seus interesses e dúvidas acerca do fenômeno observado. Também foram coletadas respostas a questionamentos sobre a proposição de perguntas em sala de aula, as quais foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva. A caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação às demandas e ao caráter foram analisadas. A análise dos depoimentos dos estudantes permitiu compreender que mesmo que eles acreditem que as perguntas são importantes para os processos de ensino e aprendizagem, a principal função da pergunta dos estudantes na sala de aula é para solicitar esclarecimentos sobre dúvidas em relação aos conteúdos estudados. Isso possibilita afirmar que é necessário valorizar as perguntas dos estudantes para que a partir delas, os estudantes possam participar ativamente do processo de construção de seu conhecimento. O estudo possibilitou concluir que é possível organizar e realizar o ensino de Ciências a partir dos elementos presentes em perguntas dos estudantes. Desse modo, foi possível caracterizar as perguntas em relação às suas demandas, ao seu caráter (informativo e investigativo), aos conhecimentos iniciais dos estudantes manifestados nas questões, aos seus interesses de aprendizagem, à linguagem e à sua complexificação, às falhas conceituais e à complexidade e interdisciplinaridade presentes nessas perguntas.

**Palavras-chave:** perguntas dos estudantes, ensino de Ciências, educação básica.

## ABSTRACT

This research presents the study of the questions of students of Elementary and High School for the teaching and learning in Sciences. It sought to answer the following question: How can the questions posed by students of Elementary and High School Sciences contribute to teaching and learning? Thus, this research had the central objective to understand the possibilities that the questions of the students offer for the teaching and for the learning in Sciences in Elementary and High School. A total of 187 students from four classes of 5<sup>th</sup> grade of Elementary School and from four classes of 11<sup>nd</sup> grade of High School, from four public schools from four cities of *Rio Grande do Sul* participated in the study. After the observation of an experiment in which occurred the extinction of the flame of a candle by the action of carbon dioxide, the students proposed 603 questions about their interests and doubts about the phenomenon observed. We also collected answers to questions about the proposal of questions in the classroom, which were analyzed through the Discursive Textual Analysis - ATD. The characterization and comparison of the students' questions regarding the demands and the character were analyzed. The analysis of the students' statements allowed us to understand that even if they believe that the questions are important for the teaching and learning processes, the main function of the students' question in the classroom is to request clarification about doubts regarding the studied contents. This makes it possible to affirm that students' questions need to be valued so that students can actively participate in the process of building their knowledge. The study made it possible to conclude that it is possible to organize and carry out science teaching from the elements present in students' questions. In this way, it was possible to characterize the questions in relation to their demands, their character (informative and investigative), the students' initial knowledge expressed in the questions, their learning interests, language and its complexity, conceptual flaws and complexity and interdisciplinary present in these questions.

**Key words:** students' questions, science teaching, basic education.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Relações entre os diferentes componentes das explicações científicas...  | 30 |
| Figura 2 - Gráfico da comparação entre as escolas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e as demandas das perguntas.....   | 54 |
| Figura 3 - Gráfico da comparação entre as escolas e turmas de estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e o caráter das perguntas.....                                   | 55 |
| Figura 4 - Gráfico da comparação entre as escolas e as demandas das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio.....   | 58 |
| Figura 5 - Gráfico da comparação entre as escolas e turmas de estudantes de 2º ano do Ensino Médio e o caráter das perguntas.....   | 59 |
| Figura 6 - Gráfico da comparação entre as demandas das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....                          | 60 |
| Figura 7 - Gráfico da comparação entre as demandas das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....                          | 61 |
| Figura 8 - Gráfico da comparação entre os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....       | 69 |
| Figura 9 - Gráfico da comparação entre as categorias referentes aos termos relacionados à linguagem científica citados pelos estudantes de EF e EM.....                   | 74 |
| Figura 10 - Gráfico da comparação entre os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio..... | 82 |
| Figura 11 - Gráfico da comparação entre os interesses presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....             | 89 |

## **LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Classificação das perguntas conforme demanda ou objetivo .....      | 31 |
| Quadro 2 – Designação dos estudantes participantes da pesquisa e das perguntas | 43 |
| Quadro 3 – Exemplo de análise ou pressuposto .....                             | 48 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Distribuição de perguntas dos estudantes conforme o nível de ensino e a escola.....  | 50 |
| Tabela 2 - Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação à demanda e caráter.....                        | 51 |
| Tabela 3 - Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação à demanda e caráter.....                              | 56 |
| Tabela 4 - Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos erros conceituais.....                      | 62 |
| Tabela 5 - Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Médio em relação aos erros conceituais.....                            | 65 |
| Tabela 6 - Termos relacionados à linguagem científica presente nas perguntas dos estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental.....                | 71 |
| Tabela 7 - Termos relacionados à linguagem científica presente nas perguntas dos estudantes de 2º Ano do EM.....                                | 73 |
| Tabela 8 - Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos conhecimentos iniciais.....                 | 77 |
| Tabela 9 - Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação aos conhecimentos iniciais.....                       | 80 |
| Tabela 10 - Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos interesses.....                            | 85 |
| Tabela 11 - Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação aos interesses.....                                  | 87 |
| Tabela 12 - Categorização das perguntas dos estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação à complexidade e a interdisciplinaridade..... | 91 |
| Tabela 13 - Categorização das perguntas dos estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.....       | 93 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 14 |
| <b>2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA</b> .....                                  | 16 |
| 2.1 Contextualização da pesquisa na vida da autora.....  | 16 |
| 2.2 Problema e Objetivos da pesquisa.....  | 19 |
| 2.3 Objetivo geral e específicos.....  | 20 |
| <b>3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS</b> .....   | 22 |
| 3.1 As perguntas no contexto da sala de aula contemporânea.....                                | 22 |
| 3.2 A valorização das perguntas dos estudantes.....  | 25 |
| 3.3 Possibilidades da pergunta dos estudantes para o ensino e a aprendizagem em Ciências.....  | 26 |
| 3.3.1 A demanda e o caráter das perguntas dos estudantes.....                                  | 30 |
| 3.3.2 Os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes.....                    | 32 |
| 3.3.3 Os interesses dos estudantes manifestados por meio das perguntas.....                    | 32 |
| 3.3.4 Os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes.....                         | 33 |
| 3.3.5 As perguntas dos estudantes como meio de identificar a complexificação da linguagem..... | 34 |
| 3.3.6 A complexidade e a interdisciplinaridade presente nas perguntas dos estudantes.....      | 36 |
| 3.4 A pesquisa em sala e aula como possibilidade de valorizar as perguntas dos estudantes..... | 37 |
| <b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....   | 40 |
| 4.1 A abordagem de pesquisa.....   | 40 |
| 4.1.2 Tipo de pesquisa: Estudo de caso.....  | 41 |
| 4.2 Estudo piloto.....   | 42 |
| 4.3 Participantes da pesquisa.....   | 42 |
| 4.4 Procedimentos e instrumento de produção de dados.....                                      | 44 |
| 4.5 Análise dos dados: procedimentos e pressupostos metodológicos.....                         | 47 |
| 4.5.1 Análise Textual Discursiva – ATD.....  | 47 |
| 4.5.2 Análise das perguntas dos estudantes segundo Tort, Márquez e Sanmartí (2013).....        | 48 |

|  |    |
|--|----|
| <b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS</b> .....   | 50 |
| 5.1 Categorização e comparação das perguntas dos estudantes conforme a demanda e o caráter.....  | 51 |
| 5.1.1 Categorização das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental conforme a demanda e o caráter.....                                     | 51 |
| 5.1.2 Categorização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio conforme a demanda e o caráter.....   | 55 |
| 5.1.3 Comparação entre as demandas e o caráter das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....             | 59 |
| 5.2 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos erros conceituais presentes.....   | 62 |
| 5.2.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos erros conceituais presentes.....                        | 62 |
| 5.2.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos erros conceituais presentes.....                              | 65 |
| 5.2.3 Comparação entre os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.....      | 68 |
| 5.3 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação à linguagem e à sua complexificação.....   | 71 |
| 5.3.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação à linguagem e à sua complexificação.....                    | 71 |
| 5.3.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação à linguagem e à sua complexificação.....                          | 72 |
| 5.3.3 Comparação das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do EM em relação à linguagem e à sua complexificação.....      | 74 |
| 5.4 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos conhecimentos iniciais.....  | 76 |
| 5.4.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos conhecimentos iniciais.....                             | 77 |
| 5.4.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos conhecimentos iniciais.....                                   | 80 |
| 5.4.3 Comparação entre os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio..... | 82 |
| 5.5 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos interesses.....  | 84 |

|  |            |
|--|------------|
| 5.5.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos interesses.....   | 85         |
| 5.5.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos interesses.....   | 87         |
| 5.5.3 Comparação entre os interesses presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio.....                                 | 89         |
| 5.6 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.....  | 91         |
| 5.6.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.....                                   | 91         |
| 5.6.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.....   | 93         |
| 5.6.3 Comparação em relação à complexidade e a interdisciplinaridade presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio..... | 94         |
| 5.7. Análise de depoimentos dos estudantes sobre a proposição de perguntas nas aulas.....  | 94         |
| 5.7.1 Análise de depoimentos dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental sobre as perguntas nas aulas.....  | 95         |
| 5.7.2 Análise de depoimentos dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio sobre as perguntas nas aulas.....  | 99         |
| 5.7.3 Comparação entre os depoimentos dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º Ano do Ensino Médio sobre as perguntas em sala de aula...                       | 104        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>107</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>113</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>  | <b>118</b> |
| <b>APÊNDICE A – INSTRUMENTO PARA COLETA DE PERGUNTAS DOS ESTUDANTES.....</b>   | <b>119</b> |
| <b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE A PROPOSIÇÃO DE PERGUNTAS EM SALA DE AULA.....</b>  | <b>120</b> |
| <b>APÊNDICE C – EXPERIMENTO – APAGANDO A VELA.....</b>   | <b>121</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto da sala de aula, em geral, as perguntas dos estudantes são pouco valorizadas, sendo dada mais importância às perguntas elaboradas pelos professores. Na maioria das vezes, o professor pergunta com o objetivo de verificar se o estudante sabe, esperando ouvir uma resposta pronta, o que apenas reproduz conhecimento. Nessa perspectiva, Freire, em diálogo com Faundez (1985, p. 46), afirma: “O que está acontecendo é um movimento unilinear, vai de cá para lá e acabou, não há volta, e nem sequer há uma demanda; o educador, de modo geral, já traz a resposta sem se lhe sequer terem perguntado!”. Assim, a resposta que o estudante dá ao professor, pode não possuir significado, pois não parte de suas demandas.

Lipman (2014) defende que a sala de aula deve ser transformada em uma *comunidade de investigação*, na qual, professores e estudantes dialogam, respeitam opiniões, constroem ideias e perguntam uns aos outros. Ao participar dessas comunidades, os estudantes aprendem a pensar, enquanto que, no contexto de uma aula tradicional, em que principalmente os professores perguntam aos estudantes, é mais valorizado o que lhes foi falado, ensinado.

Quando o estudante é estimulado a fazer perguntas, a aprendizagem adquire um novo significado. Ao elaborar uma pergunta, o estudante explicita o conhecimento que possui sobre o tema em estudo e expressa seus interesses, suas curiosidades e dúvidas, sendo instigado a buscar respostas para seus questionamentos. Para Freire e Faundez (1985, p. 52), “uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais. É o próprio conhecimento”.

As Diretrizes Curriculares Nacionais evidenciam a pesquisa como princípio pedagógico, o que valoriza a dúvida, o problema ou a pergunta no contexto de sala de aula (BRASIL, 2013). A pergunta tem um papel de destaque ao se trabalhar a pesquisa como princípio pedagógico, pois o estudante é estimulado a elaborar perguntas e a buscar respostas para seus questionamentos, movimento que leva à construção e reconstrução do conhecimento.

Assim, pretendeu-se nesta pesquisa construir respostas à seguinte indagação: *De que modo as perguntas propostas por estudantes de Ciências do Ensino Fundamental e Médio podem contribuir para o ensino e a aprendizagem?*

As respostas a essa pergunta podem contribuir para maior compreensão das possibilidades que as perguntas dos estudantes oferecem para o ensino e para a aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental e Médio.

Desse modo, este capítulo apresenta e justifica sucintamente o tema da investigação.

O segundo capítulo, “Contextualização e problematização da pesquisa” apresenta o relato da história da autora relacionada às experiências profissionais e acadêmicas que levaram ao problema de pesquisa. Apresenta também, as questões de pesquisa e os objetivos, geral e específico.

O terceiro capítulo, Pressupostos Teóricos, aborda os pressupostos teóricos da pesquisa relacionados às perguntas dos estudantes, ordenados nos temas: as perguntas no contexto da sala de aula contemporânea, a valorização das perguntas dos estudantes, o potencial da pergunta dos estudantes para o ensino e a aprendizagem em Ciências e a pesquisa em sala e aula como possibilidade de valorizar as perguntas dos estudantes.

O quarto capítulo, intitulado “Procedimentos metodológicos”, trata da abordagem da pesquisa, os participantes da investigação, os procedimentos e instrumento de coleta de dados, a análise dos dados e a descrição do estudo piloto realizado.

O quinto capítulo, “Análise e discussão dos dados”, apresenta análise das perguntas dos estudantes e análise das respostas ao questionário aplicado aos estudantes em relação à proposição de perguntas durante as aulas.

O sexto capítulo, “Considerações finais”, descreve os resultados e conclusões encontrados no desenvolvimento da pesquisa buscando apresentar respostas a fim de responder o problema da investigação.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA**

O capítulo apresenta o relato da história da autora relacionada às experiências profissionais e acadêmicas que levaram ao problema de pesquisa. Apresenta também, as questões de pesquisa e os objetivos, geral e específico.

### **2.1 Contextualização da pesquisa na vida da autora**

Sou uma pessoa questionadora. Quando criança não me contentava em situações em que a minha mãe respondia com um simples “não”. Queria saber os motivos, desse “não”. Assim, “por que não?” era uma pergunta presente em meu vocabulário infantil. Recordo que sempre questionava o motivo de não poder fazer algo ou de não poder ir a determinado lugar.

Com o passar do tempo, os meus questionamentos foram sendo ampliados, pois tinha interesse por história. Queria saber como as pessoas viviam no passado. Adorava livros sobre as civilizações egípcias e gregas e gostava muito de dinossauros, e com oito anos pensava em ser arqueóloga. Nesse período, aprendi a tocar piano, gostava muito de música e pensei também em continuar nessa área. No Ensino Fundamental, adorava Ciências, queria saber como funcionava o mundo e o Universo. Em um momento da minha infância também queria ser astrônoma ou cientista. Nas livrarias, procurava por livros que ensinassem a fazer algo ou realizar algum experimento; estava sempre construindo algo.

Meus interesses por várias áreas como a história, a música e as ciências me deixavam na dúvida sobre que profissão seguir. No Ensino Médio, optei por realizar o Curso Técnico em Química, pois gostava de Ciências. Porém, não tinha entendimento sobre a profissão. No terceiro ano do curso, realizando muitas disciplinas práticas, comecei a compreender o que seria o trabalho de um químico e decidi que seguiria essa profissão. Nesse período, procurei realizar cursos na área para aprimorar o meu currículo. No quarto ano, realizei um curso de Tecnologia de Elastômeros, que proporcionou formação para trabalhar nessa área. Entretanto, no final do ano, fui aprovada em um processo seletivo para um estágio na área de tintas.

Iniciei o estágio em janeiro de 2007, no qual trabalhava na área de desenvolvimento de tintas industriais para o segmento metal-mecânico. O estágio teve duração de um ano. Nesse período, tive a oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos construídos no ensino técnico. Foi um período muito importante para meu desenvolvimento profissional, pois aprendia coisas novas todos os dias, e o trabalho me desafiava.

Após seis meses de estágio, comecei o curso de Química Industrial. Em janeiro de 2008, após um ano de estágio, fui efetivada na empresa no cargo de técnico de produto, no qual atuei com formulação de cores (elaboração de bancos de cores em espectrofotômetro), desenvolvimento de novo produtos, variações de produtos já existentes, confecção de documentos e elaboração de treinamentos.

Um ano antes de terminar a graduação, iniciei a construção do trabalho de conclusão de curso, sendo que a parte prática do trabalho foi realizada na empresa. Estava relacionado a um projeto de desenvolvimento de um produto em que estava trabalhando naquele período. Durante esse tempo, ocorreram algumas mudanças no trabalho, que me deixaram insatisfeitas.

No início de 2012, estava cursando o último semestre do curso e escrevendo o meu Trabalho de Conclusão, e fiz uma reflexão a respeito da minha trajetória na Universidade, no Curso de Química Industrial e aos quase seis anos de trabalho na indústria. Sentia que o trabalho na indústria não estava mais me desafiando e eu necessitava fazer algo diferente; era a hora de mudar. O processo de conclusão da graduação, em especial a escrita da monografia, desenvolveu-me o gosto pela pesquisa e incentivou-me a buscar novas áreas do conhecimento. Nesse momento, decidi que após a formatura, cursaria Licenciatura em Química, algo que sempre tive vontade, mas por acreditar que um químico industrial é mais reconhecido no mercado de trabalho acabei cursando primeiro a graduação em Química Industrial.

No segundo semestre de 2012, realizei inscrição na Secretaria de Educação no Estado do Rio Grande do Sul e fui chamada para lecionar Química em duas escolas na cidade de Novo Hamburgo. Apesar da minha experiência na indústria, senti que essa era a mudança que eu precisava fazer naquele momento. Comecei a dar aulas no mesmo período em que cursava as disciplinas pedagógicas da Licenciatura em Química. Foi uma grande

mudança, e tive que aprender muito em um curto espaço de tempo, mas tudo foi muito positivo e me apaixonei pela área da educação. Nesse mesmo semestre, fui selecionada para participar do Programa Institucional de Iniciação a Docência - Pibid, da Capes, na área de Química.

A experiência de participar do Pibid foi importante para a minha trajetória acadêmica e profissional, pois levei os ensinamentos e o gosto pela pesquisa para a sala de aula como professora de Ensino Médio, aprimorando minha didática, elaborando aulas pelo uso de diversos recursos, como o laboratório, e estratégias diversificadas, como seminários, saídas de campo, participação em Feiras de Ciências e jogos pedagógicos.

A vontade de continuar aprendendo na área da educação levou-me a buscar o Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. As disciplinas cursadas no mestrado proporcionaram reflexões já feitas no passado, pois na época em que ingressei como professora, e cursei disciplinas pedagógicas do curso de Licenciatura em Química, refleti muito sobre a minha formação, percebendo que a mesma foi muito transmissiva. No curso técnico em Química, por mais que tivessem diversas atividades, as aulas eram baseadas na transmissão de conhecimentos do professor. Na graduação em Química Industrial não foi muito diferente. Com a compreensão que tenho hoje sobre a educação, algumas questões estão sempre presentes: Eu teria aprendido muito mais se tivesse participado de um ensino diferente do que me foi proporcionado?

As questões, perguntas, dúvidas e os interesses que tenho motivam-me a continuar aprendendo. Minhas perguntas foram mudando ao longo dos anos. Atualmente, quando estou em sala de aula e olho para os estudantes do Ensino Médio, questiono: O que eles pensam em relação à escola? Quais são os objetivos desses estudantes? Eles têm um objetivo? O que as aulas de Química representam para eles? O que eles levarão das aulas de Química para sua vida?

Essa trajetória se liga intrinsicamente à pesquisa realizada, na qual são valorizados o protagonismo dos estudantes e a sua capacidade de indagar como modos de contribuir para aprendizagens mais efetivas.

## 2.2 Problema e Objetivos da pesquisa

O questionamento é o ponto de partida para a compreensão da realidade. As crianças são muito questionadoras na primeira infância, querem descobrir como o mundo funciona e, com o passar do tempo, os questionamentos tendem a diminuir. Muitas vezes, as crianças são reprimidas pelos adultos, que não dão a devida importância às perguntas que elas fazem. Talvez, porque nunca tenham pensado a respeito e não sabem a resposta. Na escola, a situação é similar. As perguntas dos estudantes são pouco valorizadas. Com isso, o aluno deixa de perguntar, chegando ao Ensino Médio praticamente sem perguntas. Freire e Faundez (1985, p. 45) afirmam que “[...] hoje o ensino, o saber, é resposta e não pergunta”. Nesse sentido, o ensino consiste em o professor dar respostas a perguntas que os estudantes, possivelmente, nunca fizeram. Para Pozo Munício e Perez Echeverria (1994, p. 6), “por desgraça, nas aulas é habitual que o aluno se vê submetido a uma avalanche de respostas definitivas a questões que nunca lhes tinham inquietado e sobre as quais nem sequer chegou realmente a perguntar-se”.

Freire, em diálogo com Faundez (1985, p. 45), por sua vez, afirma: “no ensino esqueceram-se das perguntas, tanto o professor como o aluno esqueceram-nas, e no meu entender todo conhecimento começa pela pergunta”.

Nas perguntas, os estudantes podem manifestar seus interesses e conhecimentos iniciais, servindo de ponto de partida para a construção e reconstrução do conhecimento. De acordo com Tort, Márquez e Sanmartí (2013), ainda que o professor seja protagonista em formular perguntas na sala de aula, a necessidade de fomentar e estimular a capacidade dos estudantes de perguntar está sendo cada vez mais valorizada, principalmente por sua relação com a construção do conhecimento e com o desenvolvimento do pensamento crítico.

Partindo do pressuposto de que as perguntas dos estudantes são essenciais para o ensino e para a aprendizagem em Ciências, esta investigação buscou responder ao seguinte problema: **De que modo as perguntas propostas por estudantes de Ciências do Ensino Fundamental e Médio podem contribuir para o ensino e a aprendizagem?**

Para responder a essa questão, foi apresentado aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio um fenômeno, no qual ocorreu a extinção da chama de uma vela pela ação do gás carbônico (Apêndice C). A partir desse fenômeno, os estudantes elaboraram perguntas de seu interesse.

Desse modo, para responder ao problema central da pesquisa, outros questionamentos específicos foram propostos:

- De que modo se caracterizam e diferenciam as perguntas de estudantes de Ensino Fundamental e Médio sobre a extinção da chama da vela observada em relação:

- a) aos conhecimentos iniciais dos estudantes?
- b) à linguagem e sua complexificação?
- c) aos erros conceituais presentes?
- d) a conteúdos, interesses, demandas e caráter?
- e) à complexidade e à interdisciplinaridade?

- Como esses elementos analisados nas perguntas de estudantes de Ensino Fundamental e Médio sobre o fenômeno da extinção da chama da vela, por ação do gás carbônico, podem contribuir para a organização e a realização do ensino e para a aprendizagem sobre esse tema?

### **2.3 Objetivo geral e específicos**

De acordo com o problema proposto, esta pesquisa teve como objetivo central, **compreender as possibilidades que as perguntas dos estudantes oferecem para o ensino e para a aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental e Médio.**

Visando a atingir o objetivo geral, foi proposto com esta pesquisa alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar e comparar as perguntas de estudantes de Ensino Fundamental e Médio sobre a extinção da chama da vela em relação:

- a) aos conhecimentos iniciais dos estudantes.
- b) à linguagem e à sua complexificação.
- c) aos erros conceituais presentes.
- d) a conteúdos, interesses, demandas e caráter.

e) à complexidade e à interdisciplinaridade.

- Compreender o modo como esses elementos presentes nas perguntas de estudantes de Ciências Ensino Fundamental e Médio sobre o fenômeno da extinção da chama da vela, por ação do gás carbônico, podem contribuir para a organização e a realização do ensino e para a aprendizagem sobre esse tema.

### 3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo são apresentados os pressupostos teóricos da pesquisa relacionados às perguntas dos estudantes, ordenados nos temas: *as perguntas no contexto da sala de aula contemporânea; a valorização das perguntas dos estudantes; o potencial da pergunta dos estudantes para o ensino e a aprendizagem em Ciências; e a pesquisa em sala e aula como possibilidade de valorizar as perguntas dos estudantes.*

#### 3.1 As perguntas no contexto da sala de aula contemporânea

Vivemos na sociedade da informação, e os estudantes que estão na educação básica atualmente cresceram tendo acesso a aparelhos eletrônicos, incluindo a televisão, bem como ferramentas que facilitam o acesso à informação, principalmente envolvendo a internet, tais como celulares e *tablets*. As informações também estão disponíveis em aplicativos, jogos eletrônicos, vídeos, contendo filmes e séries. Mesmo com o excesso de informações ao alcance dos estudantes, observa-se que pouco contribuem para que eles questionem e reflitam sobre o mundo em que vivem. O motivo disso pode ser o modelo de ensino escolar a que estão submetidos, o qual leva muito mais à reprodução do que à investigação, pela pouca valorização pelos professores das perguntas dos estudantes. Segundo Giordan e Vecchi (1996) a nossa cultura nos condiciona a não fazer perguntas, pois todas as respostas já estão dadas.

Ao longo da história, o conhecimento científico foi construído com base nas perguntas que os pesquisadores fizeram sobre as observações e fenômenos da realidade. Para Tort (2005), as perguntas têm papel fundamental no processo de construção de modelos científicos e das teorias, pois são elas que definem o objetivo de uma investigação.

No contexto de sala de aula, é importante que os estudantes reconheçam que o conhecimento do mundo é uma construção humana, desse modo não cabe simplesmente aceitá-lo e memorizá-lo. O conhecimento não é estático, pode ser modificado e melhorado (WELLS, 2016). As perguntas auxiliam na compreensão e evolução do conhecimento.

Conforme Wells (2016), um estudo realizado na cidade de Bristol, na Inglaterra, comparou a linguagem desenvolvida em casa por crianças de cinco anos com a linguagem desenvolvida na escola, algumas semanas depois. Os resultados mostram que as crianças perguntam menos na escola do que em casa. As perguntas na escola estavam relacionadas ao que era para elas fazerem, e não sobre interesses e curiosidades que as crianças tinham. Os professores perguntavam muitos mais que os pais ou adultos em casa. As perguntas dos professores eram baseadas em respostas já conhecidas pelas crianças. Com relação ao modo de diálogo entre as crianças e os adultos em casa e com os professores na escola, foram encontradas diferenças significativas. Em casa, ao responder a pergunta da criança, o adulto aproveita para ampliar o diálogo, tendo em vista a contribuição que é dada pela criança. Na escola, isso nem sempre ocorre. O professor tem dificuldades de identificar os interesses individuais das crianças, como também fica limitado ao que é necessário ensinar, restringindo o diálogo na sala de aula.

Também, de acordo com Chin e Osborne (2008), na maioria das vezes é o professor quem pergunta, os estudantes estão acostumados a responder em vez de perguntar. Nas aulas tradicionais, quando os estudantes perguntam, é com a finalidade de pedir esclarecimentos sobre o que não foi entendido, de modo que as perguntas dos estudantes são pouco utilizadas para orientar o processo de aprendizagem (SANMARTÍ; BARGALLO, 2012).

Entretanto, na sala de aula, as perguntas estão presentes em diferentes momentos e podem ser utilizadas com diversos intuítos, como antes ou depois de uma leitura, no começo de uma atividade experimental, para elaborar e compreender um texto, como também nas atividades avaliativas (TORT; MÁRQUEZ; SANMARTÍ, 2013). Para as autoras, as perguntas dos professores podem ter a finalidade de estabelecer relações entre o conhecimento que está sendo estudado com o conhecimento que o estudante já possui, com o objetivo de tornar os modelos explicativos iniciais dos estudantes em modelos mais complexos. Porém, dependendo o modo como essas perguntas são tratadas em sala de aula, o objetivo do professor nem sempre é atingido.

Giordan e Vecchi (1996) consideram que existem quatro tipos de perguntas feitas pelos professores: as perguntas que contêm a resposta, e são elaboradas de modo a apresentar uma resposta única; as perguntas fechadas, relacionadas a um

assunto específico, nas quais uma única resposta é a correta; as perguntas abertas, tratando de assuntos mais amplos, que permitem várias respostas possíveis; e as perguntas incitativas, as quais instigam o estudante a buscar a resposta e podem promover a construção da argumentação.

Segundo Tort, Márquez e Sanmartí (2013), as perguntas podem ser classificadas em fechadas e abertas. As fechadas têm apenas uma resposta correta, de modo a reproduzir o conhecimento. As perguntas abertas não se limitam a uma única resposta. No entanto, se o professor elaborar uma pergunta aberta, na qual apenas a sua resposta é a correta, essa pergunta pode ser considerada fechada.

As perguntas abertas exigem reflexão e compreensão, tanto para quem elabora a pergunta quanto para quem a responde. As perguntas abertas são mais difíceis de serem utilizadas em sala de aula. Porém, quando o professor utiliza somente perguntas fechadas, exigindo uma única resposta correta, a curiosidade e a criatividade do estudante são suprimidas, limitando a sua capacidade de aprender (CHIN; OSBORNE, 2008).

Trabalhar com perguntas abertas não é uma tarefa fácil para os professores. Por isso, muitos se mostram inseguros, pois esse tipo de trabalho implica sair de sua zona de conforto, abrindo espaço para o inesperado. Em situações desse tipo, o professor pode perder o controle da aula, pois os alunos podem elaborar respostas desconhecidas por ele. Segundo Tort (2008), os professores não valorizam as perguntas em sala de aula porque estão mais preocupados com o que têm que explicar e com as respostas do que com as perguntas.

Outra questão relativa às perguntas dos professores é o interesse que os estudantes têm nessas perguntas. Como os estudantes vão se motivar a aprender sobre um problema que não é deles? Giordan e Vecchi (1996 p. 161) referem que "as pedagogias do diálogo, na maioria das vezes, são pedagogias da adivinhação", pois para o estudante o dito diálogo consiste em adivinhar as respostas que professor idealiza que sejam corretas para determinada pergunta.

Portanto, considerando a realidade contemporânea, é necessário investir nas perguntas dos estudantes, empregando-as como fonte para a organização do currículo escolar, numa contraposição aos modelos de prevalência das perguntas dos professores e das respostas únicas.

### 3.2 A valorização das perguntas dos estudantes

Os estudantes perguntam quando não têm conhecimento de algo ou quando desejam ampliar o conhecimento que já possuem. Essas perguntas podem estar relacionadas com os problemas da realidade ou revelam a curiosidade que os estudantes têm sobre o mundo. As perguntas que os estudantes realizam, contribuem para que eles se tornem conscientes daquilo que sabem, como também para auxiliar na compreensão dos conteúdos e no estabelecimento de relações entre estes (CHIN; OSBORNE, 2008).

Segundo as experiências de Quílez e Peña (2008), na sala de aula os estudantes perguntam pouco. Em muitas situações, o professor não possibilita que os estudantes façam perguntas, pois não se sente preparado para conduzir o processo para se chegar à resposta, podendo perder o controle e a gestão da aula.

Nesse sentido, quando o professor abre espaço para que o estudante faça as perguntas, a aula pode direcionar-se para um caminho não previsto pelo professor. Para Freire e Faundez (1985), o autoritarismo presente na sala de aula pode inibir e reprimir o estudante de perguntar. “A natureza desafiadora da pergunta tende a ser considerada, na atmosfera autoritária, como provocação à autoridade. E, mesmo quando isto não ocorra explicitamente, a experiência termina por sugerir que perguntar nem sempre é cômodo” (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p.46).

Chin e Osborne (2008) apontam algumas dificuldades que estudantes apresentam para elaborar perguntas, como as relações entre o professor e os estudantes, pois muitas vezes os estudantes sentem-se inibidos a fazerem perguntas publicamente na sala de aula. Imposições dadas pelas instituições de ensino também dificultam a abordagem das perguntas dos estudantes. Em muitas situações, os professores são instruídos a trabalharem todo o conteúdo presente no plano de ensino, pois esses são tratados em provas de seleção fora das instituições escolares. Assim, as oportunidades que os estudantes têm para fazer perguntas são limitadas. Os autores apontam que para solucionar essas dificuldades é necessária uma mudança na mentalidade dos professores e uma reestruturação do contexto educacional, com redefinições de critérios sobre o que é considerado bom para o ensino e para a aprendizagem em Ciências.

Tort (2008) destaca que para superar a apreensão que as perguntas dos estudantes podem provocar, é necessário que o professor valorize o caminho, o

processo que conduz à resposta. A maior contribuição que as perguntas dos estudantes podem trazer para a sala de aula está relacionada à discussão sobre o modo para se encontrar a resposta (TORT; MÁRQUEZ; SANMARTÍ, 2013). Somente tem sentido o professor considerar as perguntas dos estudantes se for traçado um caminho para se chegar à resposta, ou seja, um traçado associado à investigação.

Sanmartí e Bargalló (2012) defendem que os estudantes precisam ser instigados a formular perguntas investigáveis, que são perguntas que possibilitam a formulação de hipóteses que podem ser analisadas por meio de uma investigação. Para tanto, os estudantes necessitam possuir conhecimento sobre o que é ciência, como ela foi construída e como se faz ciência. As autoras propõem atividades que estimulem os estudantes a elaborarem perguntas investigáveis. Trabalhando com textos científicos, os estudantes elaboram perguntas investigáveis relacionadas à temática e posteriormente propõem modelos capazes de resolver o problema. Outra atividade trata da elaboração de perguntas por parte dos estudantes a partir de um episódio da história da ciência. Desse modo, os estudantes elaboram perguntas que consideram que foram importantes para se chegar a determinado conceito científico.

No contexto de atividades experimentais, as perguntas investigáveis são elaboradas pelos estudantes com o objetivo de responder a uma situação – problema inicial. Por último, apresentam uma atividade denominada “lápiz e papel”, na qual é dada uma situação problema e na sequência possíveis soluções para o problemas na forma de perguntas investigáveis. Nesta atividade, os estudantes são orientados a escolherem uma pergunta e explicarem como esta auxiliou na resolução do problema (*Ibid*).

Portanto, essas autoras mostram situações que possibilitam a valorização das perguntas dos estudantes na escola para superarem-se as limitações, geralmente presentes na prática docente.

### **3.3 Possibilidades da pergunta dos estudantes para o ensino e a aprendizagem em Ciências**

Como já referido, as perguntas elaboradas pelos estudantes, em muitas situações, servem apenas para pedir esclarecimentos sobre algum conteúdo que não foi em entendido. Entretanto, esses questionamentos têm potencial para muito

mais. O professor pode utilizar as perguntas elaboradas pelos estudantes para selecionar o que vai ser trabalhado em sala de aula e organizar as ações que serão realizadas. Assim as perguntas dão sentido e significado aos conteúdos, pois partem dos interesses dos estudantes, promovendo a motivação e a participação em sala de aula (TORT, 2008).

Chin e Osborne (2008) apontam que as perguntas elaboradas pelos estudantes têm potencial de orientar a aprendizagem e levar à construção do conhecimento, pois os estudantes podem trabalhar o que realmente têm interesse em saber, o que aumenta a motivação e desperta a curiosidade em aprender. Também, possibilitam que os estudantes realizem uma autoavaliação, pois a elaboração da pergunta permite a reflexão sobre os conhecimentos que o estudante já possui acerca de determinado assunto. Quanto ao contexto da sala de aula, as perguntas dos estudantes interferem no discurso, pois esse deixa de ser centrado no professor, podendo ocorrer debates e discussões com todos os participantes da sala de aula.

As perguntas elaboradas pelos estudantes são importantes para a construção do conhecimento em Ciências. Segundo Moraes (2005, p. 114), “Quando no contexto de aula se consegue fazer com que os próprios alunos assumam a função de perguntar, o aprender parece adquirir novo sentido, criando-se uma força poderosa para avançar nos conhecimentos já existentes”. Os estudantes, ao elaborarem perguntas sobre o que tem interesse em saber, partindo dos conhecimentos que já possuem, têm condições de os reconstruírem atingindo novos patamares em seus conhecimentos. Desse modo, o que influencia na aprendizagem não é apenas o problema que está sendo objeto de investigação, mas sim o fato de o estudante elaborar a sua própria pergunta, com base no que ele considera importante aprender.

Para Tort (2005), as perguntas que os estudantes elaboram podem ser associadas à cada etapa do ciclo de aprendizagem: exploração, introdução de novos pontos de vista, estruturação ou síntese e aplicação. Na exploração, as perguntas são úteis ao iniciar a aprendizagem de um novo conhecimento, pois podem servir para identificar o que o estudante já sabe sobre o tema, motivar a aprendizagem, como também para reconhecer os seus objetivos. Na introdução de novos pontos de vista, é relevante que se formulem perguntas que conduzam a estabelecer relações que não são evidentes. Assim, os estudantes são instigados a buscar as respostas.

Na etapa de estruturação ou síntese, as perguntas podem auxiliar o estudante a refletir sobre o que foi aprendido. Por último, na aplicação, são formuladas perguntas que envolvam situações-problema reais, levando o estudante a entender a utilidade da ciência para humanidade.

Segundo Bargalló e Tort (2006, p. 65, tradução nossa) a aprendizagem é descrita como “[...] a interação entre os significados do professor e de seus alunos, de modo que o que cada um aprende é em parte compartilhado e em parte único”. Desse modo, os estudantes aprendem mediados pela linguagem, compartilhando seus significados com os dos professores e colegas, o que leva a reconstrução dos significados.

O papel das perguntas das crianças para a construção dos significados dos objetos é apontado por Vygotsky (2006, p. 110): “[...] quando a criança, com as suas perguntas, consegue apoderar-se dos nomes dos objetos que a rodeiam, já está inserida numa etapa específica de aprendizagem”. Desse modo, o fato de as crianças, ao começarem a falar, proporem perguntas referentes aos significados dos objetos que fazem parte do seu cotidiano, constitui um processo de aprendizagem que está relacionado ao ato de perguntar.

Vygotsky (1991) destaca o papel da interação com o outro para a aprendizagem, por meio da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que corresponde à distância entre o nível de desenvolvimento real, ou seja, o que o estudante já compreende, e o nível de desenvolvimento potencial, aquilo que o sujeito poderá fazer com a ajuda do outro. As perguntas que os estudantes fazem podem revelar seu nível de desenvolvimento real, ou seja, o conhecimento que o estudante já possui. O professor, ao trabalhar em sala de aula com as perguntas dos estudantes, pode desenvolver atividades na zona de desenvolvimento proximal. Segundo Vygotsky (1991 p. 58) “[...] aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que a criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”.

Segundo Wells (2001), a teoria de Vygotsky propõe que o principal objetivo da educação é proporcionar que os estudantes participem em um ambiente de colaboração com atividades que lhes possibilitem apropriar-se de conhecimentos, atitudes e valores da cultura. Assim, terão condições de participar da sociedade em que vivem, bem como serão estimulados para que desenvolvam seu potencial de modo criativo, responsável e reflexivo para formar sua identidade pessoal. É mais

provável que esse objetivo seja atingido, se a organização do currículo na escola se der por meio de temas de indagação, motivando os estudantes a fazerem perguntas, o que contribui para a construção do conhecimento.

Wells (2016) defende a aprendizagem dialógica, a qual apresenta quatro componentes: a experiência, a informação, a construção do conhecimento e a compreensão. Segundo o autor, esses quatro componentes estão envolvidos sempre que ocorre a interação entre duas ou mais pessoas, “[...] se o objeto é um objeto físico, uma situação, algo criado através de sua recordação ou imaginação” (WELLS, 2016, p. 68). Desse modo, em muitas das interações que as pessoas têm no cotidiano, mesmo que essas não tenham intenção de provocar a aprendizagem, a aprendizagem ocorre de fato.

A aprendizagem dialógica, no contexto da sala de aula, envolve a construção colaborativa do conhecimento por meio da investigação, podendo ser realizada na sala de aula, envolvendo uma temática. O trabalho inicia com os estudantes por meio da realização de uma discussão inicial e da seleção do que eles consideram importante aprender. Após, são estimulados a fazerem perguntas para as quais gostariam de buscar respostas. Feitas as perguntas, são formados grupos que tenham interesses e perguntas semelhantes. O objetivo de cada grupo é elaborar um objeto para representar o tema escolhido, como um mapa, um diagrama, uma explicação científica, um desenho, uma história, um modelo de um funcionamento de um equipamento. Utilizando a investigação, a construção do conhecimento se dá no coletivo, de modo que o objeto vai sendo construído e aperfeiçoado no diálogo entre os participantes do processo (WELLS, 2016).

Wertsch (1999) relaciona o discurso da sala de aula com a aprendizagem. Segundo o autor, a compreensão do discurso utilizado na sala de aula é fundamental para entender porque algumas estratégias de ensino resultam em aprendizagem e outras não. As investigações realizadas mostram o predomínio do discurso docente em relação ao do estudante. Nesse discurso o professor faz perguntas aos estudantes que seguem a sequência *iniciação – resposta – avaliação*, a qual foi denominada de I – R – A. O professor faz uma pergunta ao estudante, geralmente fechada, que exige apenas uma resposta. O estudante responde e o professor avalia se a resposta dada é correta. A sequência I – R – A reflete a autoridade e o poder que muitos professores exercem na sala de aula, numa relação desigual com os estudantes, como se somente eles tivessem o direito de fazer

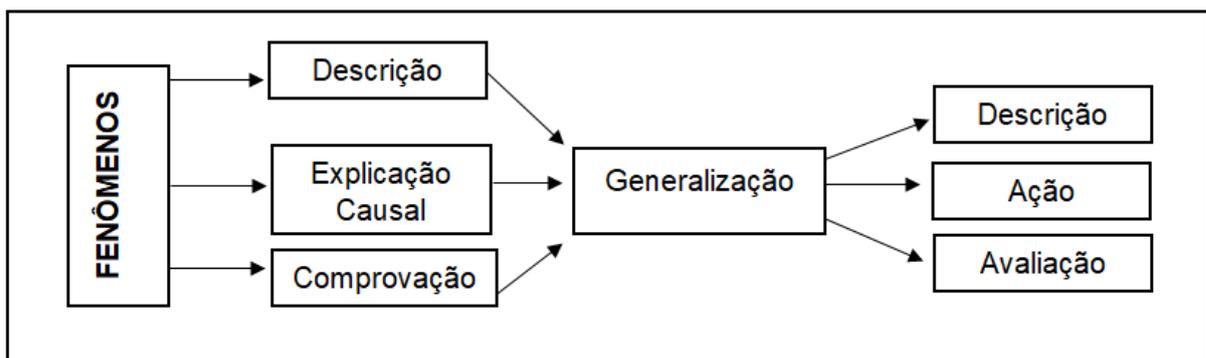
perguntas e a única obrigação do aluno fosse respondê-las, e não realizá-las também.

Com intuito de alterar esse o discurso educativo, Palincsar e Brown (1984) desenvolveram o ensino recíproco com o objetivo de auxiliar os estudantes que sabiam ler, mas tinham dificuldade para interpretar textos que eram trabalhados nas aulas. O processo consistiu em fazer com que os estudantes formulassem perguntas para os outros estudantes sobre o texto em estudo. Foi identificado que o fato de os estudantes realizarem as perguntas tem influência significativa na aprendizagem (WERTSCH, 1999).

### 3.3.1 A demanda e o caráter das perguntas dos estudantes

As definições de categorias de demanda elaboradas por Tort, Marquez e Sanmartí (2013) têm como base os componentes do processo de explicação científica dos fenômenos que permitem chegar a uma explicação geral ou teoria sobre determinado fenômeno segundo Pickett, Kolasa e Jones (1994). A Figura 1 apresenta as relações entre os diferentes componentes das explicações científicas

**Figura 1: Relações entre os diferentes componentes das explicações científicas**



Fonte: adaptado de Pickett, Kolasa e Jones (1994) citado por Roca et al. (2013).

Para explicar um fenômeno, inicialmente, tem-se a descrição, seguido da explicação causal, que busca apresentar as razões para a ocorrência do fenômeno. A comprovação desenvolve o processo de apresentação de argumentos para a explicação a fim de sua validação. Na generalização, são compreendidas diferentes observações similares, que agrupadas conduzem a uma síntese expressa por meio de uma frase, declaração resumida, gráfico ou equação. As predições podem ser

geradas a partir das explicações causais e da generalização, tendo o objetivo de investigar as relações entre os conceitos e os fenômenos observados. Na proposição de ação, a pergunta induz alguma ação, experimental ou não são dadas as explicações científicas para os problemas que se manifestam no contexto físico e social. A explicação do fenômeno permite avaliar novas situações, chegando a soluções para novos problemas (TORT, MARQUEZ E SANMARTÍ, 2013).

Baseados nos modelos do processo de explicação científica de Pickett, Kolasa e Jones (1994), Roca, Márquez e Sanmartí (2013) elaboraram categorias de demanda das perguntas dos estudantes. Desse modo, a perguntas em relação à demanda ou objetivo, podem ser classificadas conforme o Quadro 1<sup>1</sup>.

**Quadro 1: Classificação das pergunta conforme demanda ou objetivo**

| <b>Caráter</b>       | <b>Categoria de demanda</b> | <b>Pergunta</b>  | <b>Definição da categoria</b>  | <b>Exemplo</b>   |
|----------------------|-----------------------------|--|--|--|
| <b>Informativo</b>   | Descrição                   | <i>Como? Onde? Qual? Quem? Quantos? Como acontece?</i>     | Perguntas que solicitam uma descrição ou informação de algo, como um fenômeno ou processo.   | Qual a quantidade dos reagentes utilizada?             |
|                      | Explicação causal           | <i>Por quê? Qual é a causa?</i>                            | Perguntas que solicitam uma explicação de algo, como uma característica, diferença, paradoxo, processo, mudança ou fenômeno.   | Por que a vela apagou?                                 |
|                      | Comprovação                 | <i>Como você pode saber? Como eles sabem? Como se faz?</i> | Perguntas que solicitam uma comprovação, relacionadas a como se sabe ou como se chega a conhecer ou fazer determinada afirmação. Através de que modo? Que evidencias existem?  | Como se pode saber se o gás formado é o gás carbônico? |
|                      | Generalização ou definição  | <i>O que é? Que diferença tem? Pertence a esse grupo?</i>  | Perguntas que solicitam o “que é?” ou características que são comuns e identificam uma determinada categoria ou classe. Podem solicitar também a identificação de algo, como um fenômeno ou processo conforme um determinado modelo ou classe. | Qual o nome do fenômeno ocorrido?                      |
| <b>Investigativo</b> | Predição                    | <i>O que pode</i>  | Perguntas que solicitam  | Se trocássemos o                                       |

<sup>1</sup> A demanda de avaliação não foi considerada, pois os estudantes não formularam perguntas que correspondessem a essa demanda.

|  |      |  |  |  |
|--|------|--|--|--|
|  |      | <i>acontecer? Poderia ser do outro modo? O que aconteceria se?</i> | a previsão de um acontecimento futuro. Permitem a construção de hipóteses.   | vinagre por água, o que aconteceria?   |
|  | Ação | <i>O que se pode fazer? Como se pode fazer?</i>                    | Perguntas que remetem a uma ação, podem estar relacionadas sobre o que se pode fazer para que aconteça uma mudança ou para que se resolva um problema. | Quando você mistura vinagre e bicarbonato forma ar ou pressão que faz a vela apagar? |

Fonte: organizado e adaptado a partir de Tort, Marquez e Sanmartí (2013).

Conforme a análise da demanda ou objetivo da pergunta, pode ser feita a relação desta com o caráter da pergunta. As perguntas de caráter informativo possuem demanda de descrição, explicação causal, comprovação e generalização ou definição. As perguntas de caráter investigativo apresentam demandas de predição e ação (SANMARTÍ, BARGALLÓ, 2012).

### 3.3.2 Os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes

Só é possível elaborar perguntas a partir do que já se conhece. Ao perguntar, o estudante manifesta o seu conhecimento sobre o tema em estudo. Para que a construção do conhecimento possa ocorrer, o sujeito deve tomar consciência sobre o que ele já conhece (SOUZA, 2006). Segundo Giordan e Vecchi (1996 p. 163), “[...] as perguntas elaboradas pelos estudantes permitem caracterizar o nível de pensamento e as preocupações do aprendente [...]”. Desse modo, permitem identificar o que eles pensam e já sabem em relação a uma determinada temática que será estudada.

Além de expressarem o conhecimento existente, as perguntas apontam o que os estudantes não sabem. Nesse sentido, podem servir para orientar o processo de ensino, auxiliando o professor nos procedimentos que podem ser empregados (RAMOS, 2008).

### 3.3.3 Os interesses dos estudantes manifestados por meio das perguntas

O ponto de partida da aprendizagem é o interesse do estudante, conforme Sanmartí e Bargalló (2012, p. 28, tradução nossa): “[...] a atividade de aprender

exige representar adequadamente seus objetivos e estes são deduzidos das perguntas ou dos problemas que foi possível formular”. Assim, as perguntas elaboradas pelos estudantes podem revelar seus interesses em relação à aprendizagem.

Ao propor uma pergunta, o estudante expressa o que tem interesse em saber, suas dúvidas e curiosidades. Quando a construção do conhecimento parte do que o estudante tem interesse em aprender, a motivação para a aprendizagem aumenta. Segundo Pozo e Crespo (2016), não podemos pensar que o estudante que está na sala de aula está interessado em aprender Ciências. Assim, um dos objetivos da educação em Ciências é despertar esse interesse. Valorizar as perguntas propostas pelos estudantes pode ser um meio para motivar os estudantes a aprender Ciências, pois ao propor perguntas e buscar as próprias respostas “[...] o valor de aprender é intrínseco àquilo que se aprende, e não alheio a isso” (POZO; CRESPO, 2016).

### **3.3.4 Os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes**

Quando um estudante pergunta, ele expressa seu conhecimento sobre o assunto e, com isso, é possível que apresente erros conceituais em relação aos conteúdos. Segundo Souza (2006), utilizar as perguntas na identificação de erros conceituais é um meio eficiente, pois revela os erros conceituais que outros métodos, como testes de avaliação, não revelariam. Furió, Solbes e Carrascosa (2006, p. 65) definem erro conceitual como:

[...] resposta errada que afeta um conceito científico específico e que responde à existência na mente do sujeito que o expressa, de uma representação desse conceito que é diferente da aceita dentro do campo teórico de conhecimentos científicos em que se está trabalhando.

Quando a criança inicia o processo de escolarização, ela traz conhecimentos que resultam das suas experiências e o modo como elas compreendem o mundo em que vivem. Bartelmebs e Harres (2017) utilizam a expressão “ideias dos alunos” para se referirem a esses conhecimentos. Nas aulas de Ciências, essas representações vão se modificando, de modo a se aproximarem dos conceitos científicos. O erro conceitual pode ser considerado como uma representação de um determinado conceito diferente da aceita no campo científico. Desse modo, mesmo após o estudo desses conceitos, essas ideias dos estudantes podem não ser modificadas.

Ao se trabalhar com as perguntas dos estudantes, os erros conceituais não são apresentados como resposta, mas podem estar presentes até no conteúdo implícito no pressuposto da pergunta. Souza (2006) afirma que os estudantes desenvolvem esquemas conceituais naturalmente, esses são o produto das suas *experiências informais*. A construção do conhecimento na escola consiste na modificação desses esquemas informais para esquemas formais. Durante esse processo podem surgir erros conceituais, os quais são importantes para o crescimento intelectual, pois não há aprendizagem sem conflito entre os conceitos espontâneos dos estudantes e os conceitos científicos (*Ibid*).

É necessário compreender as ideias dos estudantes para identificar as dificuldades que eles têm em relação aos conceitos científicos para que possam superar essas dificuldades. O erro, no processo pedagógico, deve ser visto como um sintoma e não como um mal, pois, além de auxiliar os estudantes na construção dos conceitos científicos corretos, identificar os erros conceituais que os estudantes apresentam pode ser um indicativo de como está o processo de ensino do professor (BARTELMEBS; HARRES, 2017). Nesse sentido, para o professor, é importante identificar essas falhas, pois posteriormente ele poderá propor estratégias de ensino que contemplem o seu tratamento, direcionando a aprendizagem para a reconstrução dos erros conceituais, de modo que os estudantes se apropriem dos conceitos científicos corretos.

### **3.3.5 As perguntas dos estudantes como meio de identificar a complexificação da linguagem**

A linguagem é importante em todas as áreas do conhecimento. No ensino de Ciências, muitas vezes, a linguagem não recebe a devida importância. É queixa comum dos professores de Ciências que os estudantes não sabem interpretar um texto ou um exercício, apresentam dificuldade para ler, escrever e expressar suas ideias de forma oral. Em muitas situações, os professores da área de linguagem são responsabilizados por isso, desconsiderando que esse problema também pode estar relacionado ao modo como os professores ensinam Ciências ou outras áreas e como os estudantes aprendem. Para mudar essa realidade é necessário que os estudantes aprendam Ciências falando de Ciências, isso se faz por meio do incentivo à leitura, à escrita e da fala na sala de aula. Nesse processo, aprendem a

descrever, argumentar e justificar falando de Ciências. Nesse sentido, os professores de Ciências também são professores de linguagem, pois precisam contribuir para que os estudantes aprendam uma nova linguagem, a linguagem científica (BARGALLÓ, 2005).

Conforme Vygotsky (2008) a linguagem possibilita que o homem se constitua como sujeito interagindo com o outro e desenvolvendo suas funções mentais tais como o pensamento, o raciocínio e a memória. A linguagem se desenvolve na interação, a partir das relações do bebê com os sujeitos que o cercam, num processo que leva a interiorização das operações externas. Durante esse percurso a fala exterior se aproxima da interior, ou seja, o sujeito vai internalizando as palavras que escuta, de modo a atribuir significado a elas. Essa aproximação entre a fala exterior e interior ocorre até que esse processo possa ser realizado sem esforço. Em um dado momento do desenvolvimento, o percurso do pensamento encontra-se com o da linguagem, essa conexão se dá por meio da palavra, tornando o pensamento verbal e a linguagem racional.

No que tange o ensino de Ciências, a linguagem é mediadora entre o objeto de conhecimento e os sujeitos da aprendizagem. Para a aprendizagem, a linguagem é fator determinante, pois por meio da linguagem são estabelecidas relações na sala de aula, as quais determinam se a aprendizagem irá ou não ocorrer. Mais do que comunicar e transmitir conhecimentos prontos, a linguagem na sala de aula tem uma função epistêmica, pois a aprendizagem ocorre na interação com o outro, ouvindo, falando, lendo e escrevendo, em um processo no qual o conhecimento novo se relaciona com o conhecimento inicial do estudante, o qual resulta na complexificação dos significados (MORAES, 2010). Nesse sentido, a pergunta do estudante expressa a linguagem que ele possui, e, quando o professor propõe atividades que contemplem a proposição de perguntas pelos estudantes, é possível compreender como a linguagem se complexifica no decorrer do processo de ensino. Nas aulas de Ciência, o processo de complexificação da linguagem pode ser percebido quando estudantes utilizam mais termos relacionados à linguagem científica ao falar e escrever.

### 3.3.6 A complexidade e a interdisciplinaridade presente nas perguntas dos estudantes

Segundo Morin (2011), o pensamento simplificador tende a reduzir, isolar e separar os problemas e objetos para compreender a realidade. O pensamento complexo implica compreender os fenômenos considerando a sua complexidade, pois “[...] a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico” (*Ibid*, p.13)”. Quando o pensamento simplificador falha, o pensamento complexo surge. Ele integra os modos simplificadores de pensar, mas sem reduzi-los, de modo que a parte está no todo e o todo está inserido em cada parte, sendo o todo maior que a soma das partes isoladas (*Ibid*). Para Imbernón (2010, p. 101), “entender o mundo segundo a complexidade significa compreender as relações entre os diversos fenômenos e, ao mesmo tempo, cada elemento em si mesmo”.

Conforme Mariotti (2010), a cultura nos condiciona a um pensamento linear, que consiste em separar as partes de um objeto ou uma situação de modo seriado a fim de conhecê-lo. No entanto, há outro modo de pensar, o pensamento sistêmico. Nesse modelo de pensamento as partes são separadas de modo não linear, formando um sistema capaz de interligar todas as partes. Os dois modos de pensamentos são necessários, mas separados não são suficientes para compreender a realidade complexa do mundo. Para pensar complexo é preciso integrar o pensamento linear e o sistêmico.

Para Lipman (2014), o pensamento simples é procedimental, como pensar matematicamente sobre a matemática, ou substantivo, como pensar sobre um conteúdo considerando os procedimentos metodológicos. O pensamento complexo é metacognitivo, produtivo, autocorretivo e que leva à reflexão sobre o pensamento procedimental e substantivo. O autor defende que a escola deve ser o espaço onde os estudantes aprendam a pensar, para tal, devem formular problemas, propor perguntas e buscar respostas, em vez de apenas dar respostas às perguntas que os professores fazem. Para que isso ocorra, é necessário transformar a sala de aula numa *comunidade de investigação*, na qual estudantes e professores dialogam, constroem ideias e formulam argumentos para responder aos seus questionamentos.

No que tange o ensino de Ciências, Imbernón (2010) afirma que a tarefa docente sempre foi complexa, pois é um fenômeno social. Porém, essa complexidade aumentou muito nas últimas décadas. Isso implica adotar mudanças no modo de ensinar, de modo a evitar reduzir o complexo ao simples, como o que é feito nas disciplinas do currículo escolar. Esse isolamento disciplinar pode restringir a capacidade do estudante de pensar complexo, o que pode limitar a capacidade de reflexão e compreensão sobre os temas abordados na escola.

A fim de mudar esse cenário na escola, a interdisciplinaridade vem sendo abordada por vários autores. Para Fazenda (2008, p. 43), “[...] a interdisciplinaridade constitui o processo que deve levar do múltiplo ao uno”. De acordo com Pombo (2008), ao se trabalhar numa perspectiva interdisciplinar as disciplinas são descentradas, pois não há uma mais ou menos importante que a outra, tampouco um ponto de partida ou de chegada, todas as disciplinas convergem para a construção do conhecimento. Zabala (2010) afirma que a interdisciplinaridade é a cooperação entre as disciplinas, as quais podem dialogar e estabelecer uma integração recíproca, podendo haver transferência de leis de uma disciplina para outra e em alguns casos possibilitar a criação de uma nova disciplina.

Portanto, em razão da importância do tema para o contexto da sala de aula, considera-se que o estudo das perguntas dos estudantes pode contribuir para a organização e a realização do ensino e para a aprendizagem em Ciências, abordando os conteúdos na sua complexidade e buscando a perspectiva interdisciplinar como modo de contribuir para a solução dos problemas, que são complexos. Por isso, a investigação proposta tem a intenção de compreender esse potencial para alavancar e qualificar as aprendizagens dos estudantes da Educação Básica em Ciências.

### **3.4 A pesquisa em sala e aula como possibilidade de valorizar as perguntas dos estudantes**

O modelo transmissivo de conhecimentos ainda está presente em muitas salas de aula no Brasil (DEMO, 2010). Nessas aulas, a função do professor se restringe a transmitir conhecimentos prontos aos estudantes, que “absorvem” esses conhecimentos e os reproduzem quando necessário. Demo (2011) destaca que nesse tipo de ensino ocorre a cópia da cópia, pois primeiro o professor copia o que

vai transmitir aos estudantes, e esses, copiam o que o professor escreveu. O autor defende que a base da educação escolar não é aula, muitas vezes apenas copiada, e sim a pesquisa, pois desenvolve no estudante a capacidade de refletir e participar como sujeito da aprendizagem. Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares Nacionais evidenciam a pesquisa como princípio pedagógico:

É necessário que a pesquisa como princípio pedagógico esteja presente em toda a educação escolar dos que vivem/viverão do próprio trabalho. Ela instiga o estudante no sentido da curiosidade em direção ao mundo que o cerca, gera inquietude, possibilitando que o estudante possa ser protagonista na busca de informações e de saberes, quer sejam do senso comum, escolares ou científicos. (BRASIL, 2013, p. 163).

A pesquisa em sala de aula como princípio pedagógico é um movimento cíclico que leva à construção de novos conhecimentos por meio das etapas de questionamento, construção de argumentos e comunicação. De acordo com Moraes, Galiazzi e Ramos (2012, p.12):

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionar dos estados de ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares deste ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo.

O questionamento é o ponto de partida da pesquisa em sala de aula. Nessa etapa, os estudantes são incentivados a proporem perguntas sobre o que tem interesse em aprender relativo ao tema em estudo. Esses questionamentos devem estar relacionados com a realidade do estudante, pois desse modo o que está sendo questionado fará sentido para ele. A etapa do questionamento pode ser dividida em três momentos: no primeiro ocorre a tomada de consciência do que se sabe, ou seja, uma reflexão do que se conhece; o segundo momento consiste em conhecer novas realidades, isso pode ser feito por meio da leitura, da observação e do diálogo com colegas e professores; no terceiro momento, o questionamento é originado por meio do contraste entre a consciência do que sabe e do conhecimento de novas realidades. Desse modo, ao perguntar, o estudante reflete sobre o conhecimento que já possui, o que o mobiliza a avançar na construção de novos conhecimentos. Nesse movimento, se insere a segunda etapa da pesquisa em sala de aula, a construção de argumentos (*Ibid*).

Na segunda etapa, a partir dos conhecimentos já existentes sobre o problema, são formuladas hipóteses e é necessário construir argumentos para fundamentá-las. Esse processo é desenvolvido por meio da linguagem, engloba a

leitura, a análise e a interpretação de dados, o diálogo e a produção escrita. A leitura possibilita o confronto com os conhecimentos dos outros. Ao escrever, estamos reconstruindo conhecimento, de modo que tornamos o conhecimento mais complexo pela inserção de novos pontos de vista (MORAES, 2010). Os argumentos construídos necessitam ser organizados e, posteriormente, submetidos à crítica, o que leva à terceira etapa, a comunicação.

Na comunicação, os resultados são divulgados, pois “os argumentos necessitam assumir força no coletivo” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 18). Em um primeiro momento, essa comunicação pode ocorrer de forma oral ou escrita no âmbito do próprio grupo no qual a pesquisa foi realizada. Nesse momento ocorre a validação dos argumentos mediante a apreciação crítica pelos participantes do grupo, de modo que os argumentos podem ser melhorados quando necessário, “A comunicação final vai assim sendo refinada e aperfeiçoada, ocorrendo no mesmo movimento sua validação por um grupo cada vez mais amplo” (*Ibid*, p. 18). No segundo momento, os resultados da pesquisa são divulgados para além do grupo. Nesse sentido, a comunicação, mais do que divulgar os resultados, possibilita avançar na reconstrução do conhecimento, pois a apreciação coletiva valida o conhecimento (*Ibid*).

Diversos estudos evidenciam resultados positivos da utilização da pesquisa em sala de aula (SPECHT; RIBEIRO; RAMOS, 20017; GALLE, 2016; GALLE; PAULETTI; RAMOS, 2016; PAULETTI; GALLE; SILVA, 2016; GALLE; RIBEIRO; RAMOS; CARVALHO, 2015), no sentido de utilizar as perguntas dos estudantes como ponto de partida do que pode ser trabalhado nas aulas de Ciência. Portanto, a pesquisa em sala de aula valoriza a pergunta do estudante, pois a pesquisa inicia com o questionamento. Partindo das dúvidas, interesses e curiosidade sobre a sua realidade, os estudantes são envolvidos no processo de construção do conhecimento, por meio da construção de argumentos e a comunicação dos resultados de suas pesquisas, o que dá sentido para o que está sendo estudado na sala de aula. Diferente do ensino tradicional, em que os conhecimentos iniciais e os interesses dos estudantes são desconsiderados.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados a abordagem da pesquisa, o estudo piloto realizado, os participantes, os procedimentos e instrumento de produção de dados e o modo de análise dos dados.

### 4.1 A abordagem de pesquisa

Esta pesquisa teve por objetivo compreender as possibilidades das perguntas dos estudantes para o ensino e a aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental e Médio. Para isso, foi realizada numa abordagem qualitativa complementada com dados quantitativos descritivos, a fim de potencializar a análise dos dados. Segundo Flick (2009, p. 46) a combinação entre a abordagem qualitativa e quantitativa pode ter como objetivo a “obtenção de um conhecimento mais amplo sobre o tema da pesquisa, em comparação ao conhecimento fornecido por uma única abordagem”.

A pesquisa qualitativa apresenta elementos essenciais, como a escolha correta de métodos e teorias, pois o que determina a escolha do método a ser utilizado é o objeto de estudo e o problema de pesquisa. Por tratarem-se de situações reais dos sujeitos, os fenômenos estudados são estudados na sua totalidade. A perspectiva dos participantes e sua diversidade são consideradas, de modo que o pesquisador é “parte explícita da produção do conhecimento” (*Ibid*, p. 25). Nesse sentido, a subjetividade do pesquisador, assim como dos participantes do estudo, faz parte do processo de pesquisa.

Conforme Bogdan e Biklen (2010), a pesquisa qualitativa apresenta cinco características. A primeira está relacionada com o modo como os dados são coletados, ocorrendo o contato direto do pesquisador com o que está sendo investigado, ou seja, no ambiente natural, onde o investigador é o instrumento principal. Nas pesquisas em educação os investigadores preocupam-se com o contexto, acreditando que os dados podem ser mais bem compreendidos, quando analisados em seu ambiente natural de ocorrência. Por isso, inserem-se nas escolas, bairros, famílias, instituições e outros locais para coletar os dados, utilizando equipamentos de áudio, vídeo ou apontamentos escritos.

A segunda característica apontada pelos autores é de que os dados são predominantemente descritivos, em forma de palavras ou imagens. Constituem-se em transcrições de entrevistas, vídeos, documentos, notas de campo e outros registros. Os investigadores baseiam-se em citações para substanciar a apresentação dos dados.

Na abordagem qualitativa ocorre a valorização do processo em relação ao resultado. O pesquisador reconhece a importância do significado que os sujeitos atribuem aos fatos e às suas experiências. Nesse sentido, “os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador” (BOGDAN; BIKLEN, 2010, p. 51).

Os dados tendem a ser analisados de forma indutiva, não sendo coletados com o objetivo de confirmar hipóteses. Os autores relacionam o processo de análise de dados na pesquisa qualitativa a um funil, pois “as coisas estão abertas de início (ou no topo) e vão se tornando cada vez mais fechadas e específicas no extremo” (*Ibid*, p. 50). Desse modo, o pesquisador reconhece a totalidade da pesquisa e no decorrer da investigação consegue perceber quais são as questões mais importantes.

#### **4.1.2 Tipo de pesquisa: Estudo de caso**

A presente pesquisa qualitativa configurou-se como um estudo de caso. Os estudos de caso são utilizados quando “queremos estudar algo singular que tenha valor em si mesmo” (LÜDKE, ANDRÉ, 2013, p. 20). Esse método de pesquisa auxilia no entendimento de um tema pela observação de variadas dimensões sobre o que está sendo estudado. Segundo Gray (2014, p. 138), “a integração e a comparação de diferentes perspectivas podem construir compreensão rica e detalhada sobre um contexto”.

Yin (2015, p. 17) apresenta a definição de estudo de caso dividida em duas partes. A primeira está relacionada aos objetivos: “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real quando os limites entre o fenômeno e contexto puderem não ser claramente evidentes”.

A segunda definição faz referência às características de um estudo de caso, que compreende numerosas fontes de evidências, necessitando de triangulação de dados e utilizando-se de proposições teóricas para direcionar a coleta e a análise dos dados e conferir-lhe rigor. Com base na teoria, o pesquisador toma decisões a respeito do que necessita ser investigado e do que pode ser rejeitado (YIN, 2015).

Conforme Gil (2008), o estudo de caso se caracteriza por ser um estudo profundo de um ou de poucos objetos, possibilitando o conhecimento detalhado do tema. Nesse sentido, compreende-se que o estudo de caso é o método adequado para possibilitar o alcance dos objetivos desta pesquisa.

## **4.2 Estudo piloto**

Foi realizado um estudo piloto com três turmas do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da Região Metropolitana de Porto Alegre. Consistiu na realização do experimento no qual ocorreu a extinção da chama da vela por ação do gás carbônico (Apêndice B). Após a realização do experimento, os estudantes preencheram o instrumento de pesquisa (Apêndice A) com seus dados pessoais, responderam a alguns questionamentos e apresentaram no mínimo três perguntas sobre seus interesses e dúvidas sobre o fenômeno observado.

O estudo piloto foi realizado para se ter uma ideia dos tipos de questões elaboradas pelos estudantes com o objetivo de avaliar a adequação do experimento a ser usado na pesquisa propriamente dita. Foram obtidas 161 perguntas as quais foram inicialmente analisadas conforme Tort, Marquez e Sanmartí (2013). Na análise foi possível a identificação dos componentes de cada pergunta, o pressuposto ou conteúdo da pergunta e o objetivo ou demanda. Após esse estudo, conclui-se que o experimento mostrava-se adequado para ser utilizado na pesquisa, assim como o instrumento de produção de dados.

## **4.3 Participantes da pesquisa**

Participaram da pesquisa 187 estudantes de quatro turmas de 5º ano do Ensino Fundamental (EF) e quatro turmas de 2º ano do Ensino Médio (EM), de quatro escolas públicas de quatro cidades do Rio Grande do Sul. A escolha das cidades e das escolas foi realizada de acordo com a facilidade de acesso da

pesquisadora. Optou-se pelo 5º ano do EF e o 2º ano do EM, pois estão no meio da escolaridade em cada nível de ensino. No 5º ano, os estudantes estão ainda em classe unidocentes. Nessa faixa de escolaridade, apresentam interesse por Ciências e tendem a fazer mais perguntas que nos anos finais do Ensino Fundamental. No 2º ano do EM, estando na metade desse nível, mostram-se mais empenhados em questionar e aprender do que no 3º ano, pois, com frequência, no último ano, os estudantes têm outros interesses e objetivos além da escola, como o ingresso na universidade.

O grupo de participantes foi constituído por 99 meninas e 98 meninos, com idades entre nove e 17 anos. No 5º ano do EF participaram da pesquisa 47 meninas e 42 meninos, com média de idade de 10 anos, de quatro turmas, de três escolas públicas, de três cidades do Rio Grande do Sul. Optou-se por realizar a pesquisa em três escolas de EF porque em uma das escolas (A) havia apenas uma turma de 5º ano. O grupo do 2º Ano do EM foi composto por 52 meninas e 46 meninos, com média de idade de 16 anos, de quatro turmas, de duas escolas públicas de duas cidades do Rio Grande do Sul. Optou-se por realizar a pesquisa em duas escolas de EM porque em ambas as escolas havia duas turmas de 2º ano.

A fim de garantir o anonimato dos participantes, a designação dos estudantes e das perguntas ocorreu por meio de letras maiúsculas indicando a escola (A, B, C, D), nível de ensino (F para Fundamental e M para Médio) e os números indicando os estudantes. A designação das perguntas (P) ocorreu por meio de números conforme o Quadro 2.

**Quadro 2: Designação dos estudantes participantes da pesquisa e das perguntas**

| Escola | Nível                  | Estudante | Pergunta |
|--------|------------------------|-----------|----------|
| A      | Ensino Fundamental (F) | 01-27     | 01-99    |
| B      | Ensino Fundamental (F) | 01-37     | 100-221  |
| C      | Ensino Fundamental (F) | 01-26     | 222-297  |
| A      | Ensino Médio (M)       | 01-46     | 01-146   |
| D      | Ensino Médio (M)       | 01-52     | 147-306  |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Como exemplo, apresenta-se o código AM05P19, que significa: Escola A, Ensino Médio, Estudante 05, Pergunta 19. Além de garantir o anonimato dos participantes, essa prática possibilita o retorno à origem dos dados, se necessário.

#### 4.4 Procedimentos e instrumento de produção de dados

Para essa pesquisa, foram coletados dados pessoais dos participantes, respostas a alguns questionamentos sobre a proposição de perguntas em sala de aula, bem como suas perguntas sobre o fenômeno observado. Para isso, foram aplicados instrumentos que possibilitaram a produção e posterior análise dessas informações (Apêndices A e B).

Para a produção das perguntas pelos estudantes foi observado um experimento em sala de aula. Em cada turma, os estudantes observaram um experimento no qual ocorreu a extinção da chama de uma vela por ação do gás carbônico (Apêndice C). Durante a realização do experimento, os estudantes foram informados quanto aos reagentes utilizados. Após a realização do experimento, cada estudante preencheu um instrumento com seus dados e apresentou, no mínimo, três perguntas, que continham seus interesses e dúvidas sobre o fenômeno observado (Apêndice A). Na sequência, os estudantes responderam a alguns questionamentos sobre a proposição de perguntas em sala de aula (Apêndice B). Após, as perguntas e o questionário foram recolhidos e ocorreu uma discussão com a turma sobre seus questionamentos. As informações do instrumento e as perguntas dos estudantes foram objeto de análise posterior.

A escola A abrange Ensino Fundamental (1º ao 9º ano) e o Ensino Médio (1º ao 3º ano). Anualmente, aproximadamente de 700 alunos são matriculados. O espaço físico da escola compreende 10 salas de aula, biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet, laboratório de ciências, quadra de esportes coberta e descoberta, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), refeitório, sala de professores, secretaria e sala de diretoria. Na escola A foi realizada intervenção com uma turma de 5º Ano do EF, composta por 27 estudantes, 15 meninas e 12, com média de idade de 10 anos. Durante a intervenção, os estudantes mostraram-se muito interessados. Após a escrita das perguntas, eles realizaram muitos questionamentos oralmente e ocorreu uma conversa para responder essas perguntas. Os estudantes participaram e outros questionamentos foram surgindo, a professora da turma acompanhou toda a intervenção e se mostrou muito interessada na proposta. Os estudantes disseram que gostam das aulas de Ciências e que já realizaram alguns experimentos. A razão entre o número de perguntas e o número de estudantes foi de 3,7.

Na escola A, também foi realizada intervenção com duas turmas de 2º ano do EM. A primeira turma era composta por 25 estudantes, 20 meninas e 5 meninos, com média de idade de 16 anos. A segunda turma era composta por 21 estudantes, nove meninas e 11 meninos, com média de idade de 15,9 anos. Durante a proposta, em ambas as turmas, alguns estudantes tiveram dificuldades em propor perguntas. Na segunda turma, os estudantes apresentaram mais resistência para a proposição de perguntas, questionando se era mesmo necessário propor as três perguntas. A razão entre o número de perguntas e o número de estudantes na primeira e na segunda turma, respectivamente, foi de 3,6 e 2,6. O que mostra que os estudantes da segunda turma por apresentarem mais resistência para propor perguntas, propuseram menos perguntas. Nas duas turmas foi necessário interferir no momento da proposição das perguntas. Foi solicitado que os estudantes pensassem no que eles já tinham conhecimento sobre o experimento e os assuntos relacionados a esse tema e sobre o que eles tinham interesse em saber. Durante a conversa, mostraram-se interessados em saber o motivo da extinção da chama da vela, alguns estudantes tinham suposições sobre o motivo da chama ter sido extinta e perguntaram para confirmar, comentaram que realizavam experimentos nas disciplinas de física e química. A professora acompanhou a proposta.

A escola B atende a Educação Infantil, Ensino Fundamental (1º ao 9º ano) e Educação de Jovens e Adultos (Ensino Fundamental), anualmente cerca de 500 estudantes são matriculados. O espaço físico da escola é composto por 17 salas de aula, biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet, laboratório de ciências, quadra de esportes coberta e descoberta, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), refeitório, parque infantil, sala de professores, secretaria e sala de diretoria. Nessa escola, foi realizada a intervenção com duas turmas de 5º ano do EF. A primeira turma era composta por 19 estudantes, 10 meninas e nove meninos, com média de idade de 10,3 anos. Durante a realização da proposta nessa turma, os estudantes mostraram-se muito interessados, disseram que a professora já realizou alguns experimentos em sala de aula e não tiveram dificuldades para fazer perguntas. A professora da turma participou da intervenção e realizou comentário sobre as atividades de a turma já tinha desenvolvido em Ciências em sala de aula. Durante a conversa, foram surgindo assuntos relacionados a Ciências que os estudantes já tinham trabalhado, como, por exemplo, a combustão do gás de cozinha para o cozimento dos

alimentos. Nesse momento, os estudantes relacionaram o gás produzido na reação química com o gás que os balões utilizam para voar, questionando sobre as diferenças entre esses gases, pois como observaram no experimento, o gás carbônico desce, enquanto que gás capaz de fazer o balão voar precisa subir. A segunda turma de 5º ano era composta por 18 estudantes, oito meninas e 10 meninos, com média de idade de 10,4 anos. Durante a intervenção, os estudantes participaram pouco, tiveram dificuldades para propor as perguntas, pois disseram que não sabiam o que perguntar, nesse momento foi necessário realizar uma fala sobre como as perguntas são importantes para aprender Ciências. A professora ficou presente na sala de aula enquanto a atividade foi realizada, porém não realizou comentários durante a discussão. A razão entre o número de perguntas e o número de estudantes na primeira e na segunda turma, respectivamente, foi de 3,3 e 3,6.

A escola C abrange a Educação Infantil e o Ensino Fundamental (1º ao 9º ano), anualmente cerca de 500 estudantes são matriculados. O espaço físico da escola compreende 11 salas de aula, biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet, laboratório de ciências, quadra de esportes coberta, parque infantil, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), sala de professores, secretaria e sala de diretoria. Foi realizada intervenção com uma turma de 5º Ano, composta por 25 estudantes, 14 meninas e 11, com média de idade de 10,3 anos. Durante a realização da proposta, os estudantes falaram pouco e tiveram dificuldades para propor perguntas. Durante a conversa com a turma, todos os questionamentos foram relacionados aos motivos sobre a extinção da chama da vela, não surgiram perguntas sobre temas relacionados a esses conteúdos. Os estudantes disseram que não realizavam experimentos nas aulas e que gostaram muito do experimento que foi realizado. A professora da turma, que foi informada anteriormente a respeito da atividade que seria desenvolvida, não acompanhou a intervenção e saiu da sala antes de iniciar o experimento. A razão entre o número de perguntas e o número de estudantes foi de 3,0. Isso mostra que os estudantes da escola C propuseram menos perguntas em relação aos estudantes das escolas A e B.

A escola D atende o Ensino Fundamental (8º e 9º ano), o Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos (Ensino Fundamental e Médio), anualmente cerca de 1000 estudantes são matriculados. A escola possui 19 salas de aula, biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet, laboratório de ciências, quadra de

esportes coberta, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), sala de professores, secretaria e sala de diretoria. A intervenção foi realizada com duas turmas de 2º ano do EM. A primeira turma era composta por 29 estudantes, 12 meninas e 17 meninos, com média de idade de 16,2 anos. Durante a atividade, os estudantes estavam atentos ao experimento, mostraram-se interessados com a proposta e participaram da discussão propondo mais perguntas. A professora participou da intervenção e no momento da conversa com a turma relacionou os assuntos que foram surgindo com os conteúdos que eles haviam trabalhado na disciplina de Química, como as reações químicas e as funções inorgânicas. A segunda turma era composta por composta por 23 estudantes, 11 meninas e 12 meninos, com média de idade de 16,3 anos. Durante a intervenção, os estudantes demonstraram pouco interesse pela atividade e realizaram poucas perguntas no momento da discussão. A professora, que era a mesma da primeira turma, não participou da intervenção. A razão entre o número de perguntas e o número de estudantes na primeira e na segunda turma, respectivamente, foi de 3,1 e 3,0.

#### **4.5 Análise dos dados: procedimentos e pressupostos metodológicos**

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes, em relação aos seus conhecimentos iniciais, aos interesses, à linguagem e à sua complexificação, às falhas conceituais presentes e à complexidade e interdisciplinaridade, bem como a análise dos depoimentos dos estudantes quanto à proposição de perguntas nas aulas foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013).

A caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação às demandas e o caráter foram analisadas com base em Roca, Márquez e Sanmartí (2013).

##### **4.5.1 Análise Textual Discursiva - ATD**

De acordo com Moraes e Galiuzzi (2013, p. 7), “a Análise Textual Discursiva corresponde a um método de análise de dados e informações de natureza

qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discurso”.

Compreende três etapas: a unitarização, a categorização e a construção de metatextos com vistas à descrição e à interpretação. Na primeira etapa, foram selecionados os textos que constituem o “*corpus*” de análise, os quais são decompostos em unidades de sentido. Nesta pesquisa, as perguntas elaboradas pelos estudantes compõem o “*corpus*” de análise, de modo que cada pergunta constituiu uma unidade de sentido. Entretanto, uma pergunta pode conter dois ou mais questionamentos, necessitando de fragmentação em mais perguntas para configurar unidade de sentido.

A segunda etapa correspondeu à organização das unidades de sentido que contenham concepções semelhantes em categorias iniciais, as quais foram reagrupadas em categorias intermediárias e posteriormente reestruturadas em categorias finais. Com base nas categorias finais foram produzidos metatextos, que consistem em textos descritivos relacionados a cada categoria.

#### 4.5.2 Análise das perguntas dos estudantes segundo Tort, Márquez e Sanmartí (2013)

A análise das demandas (o que a pergunta solicita, descrição, explicação causal, comprovação, generalização ou definição, predição e ação) e caráter (natureza da pergunta, informativo ou investigativo), foi realizada conforme Tort, Márquez e Sanmartí (2013). Inicialmente, foi realizada a identificação dos componentes de cada pergunta, o pressuposto ou conteúdo da pergunta e o objetivo ou demanda. O Quadro 3 apresenta um exemplo desse tipo de análise<sup>2</sup>.

**Quadro 3: Exemplo de análise ou pressuposto**

| Pergunta                                      | Pressupostos (o que o estudante sabe)                              | Objetivo ou demanda   | Tipo de demanda | Caráter     |
|---|--|---|-----------------|-------------|
| Como era chamado o gás que fez a vela apagar? | O estudante sabe que um gás ocasionou a extinção da chama da vela. | O estudante deseja saber o nome do gás que ocasionou a extinção da chama da vela. | Descrição       | Informativo |

<sup>2</sup> As perguntas usadas nesses exemplos foram obtidas em estudo piloto para esta investigação, no qual foram coletadas 161 perguntas de alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da Região Metropolitana de Porto Alegre.

|  |  |  |                   |               |
|--|--|--|-------------------|---------------|
| Por que o vinagre e o bicarbonato juntos causam efervescência?     | O estudante sabe que a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio causa efervescência.          | O estudante deseja explicações sobre o motivo da reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio causar efervescência. | Explicação causal | Informativo   |
| Por que a vela apagou?   | O estudante sabe que a chama da vela foi extinta.  | O estudante deseja saber explicações sobre o motivo da extinção da chama da vela.  | Explicação causal | Informativo   |
| Se no caso utilizássemos um pouco mais de bicarbonato daria certo? | O estudante sabe que utilizando certa quantidade de bicarbonato de sódio ocorre a extinção da chama da vela. | O estudante deseja saber se utilizando mais bicarbonato de sódio ocorreria a extinção da chama da vela                         | Predição          | Investigativo |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Desse modo, nesta pesquisa, foi realizada análise quantitativa descritiva (cálculo de percentuais) em relação às demandas e caráter das perguntas.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Este capítulo descreve inicialmente a análise das perguntas dos estudantes conforme a demanda e o caráter, propostas por Roca, Márquez e Sanmartí (2013). Na sequência, as perguntas dos estudantes foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013) quanto aos erros conceituais, à linguagem, aos conhecimentos iniciais, aos interesses, à complexidade e a interdisciplinaridade. Por último, apresenta a análise das respostas ao questionário aplicado aos estudantes em relação à proposição de perguntas durante as aulas, realizada também por meio da ATD (*Ibid*).

Ressalta-se que, para essa pesquisa, foram coletados dados pessoais dos participantes, respostas a questionamentos quanto à proposição de perguntas durante as aulas, e as perguntas referentes ao fenômeno observado. Para a coleta das perguntas dos estudantes, após a realização do experimento, foi solicitado aos estudantes participantes da pesquisa que elaborassem perguntas sobre o que foi observado, expressando seus interesses e dúvidas. Desse modo, 90 estudantes de 5º ano do EF propuseram 297 perguntas e 98 estudantes do EM propuseram 306 perguntas, de quatro escolas envolvidas, conforme os dados descritos na Tabela 1.

**Tabela 1: Distribuição de perguntas dos estudantes conforme o nível de ensino e a escola**

| Nível              | Escolas  | Número de estudantes | Número de perguntas | Razão entre nº de perguntas e nº de estudantes |
|--------------------|----------|----------------------|---------------------|--|
| Ensino Fundamental | A        | 27                   | 99                  | 3,7  |
|                    | B        | 37                   | 122                 | 3,3  |
|                    | C        | 26                   | 76                  | 2,9  |
|                    | Subtotal | 90                   | 297                 | 3,3  |
| Ensino Médio       | A        | 46                   | 146                 | 3,2  |
|                    | D        | 52                   | 160                 | 3,1  |
|                    | Subtotal | 98                   | 306                 | 3,1  |
|                    | Total    | 188                  | 603                 | 3,2  |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Os estudantes do EF propuseram mais perguntas que os estudantes do EM, pois a razão entre o número de perguntas e o número de estudantes é maior nesse caso (3,30). No EF, os estudantes da escola A elaboraram mais perguntas que os estudantes das escolas B e C. No EM os estudantes da escola A também foram os que propuseram mais perguntas.

A seguir são apresentadas as várias análises das perguntas obtidas.

## 5.1 Categorização e comparação das perguntas dos estudantes conforme a demanda e o caráter

A categorização e a comparação das perguntas dos estudantes foram realizadas de acordo com as categorias de demanda e o caráter, propostas por Roca, Márquez e Sanmartí (2013). Entende-se por demanda o que a pergunta solicita e por caráter a natureza das perguntas, ou seja, se são informativas ou investigativas (*Ibid*). A seguir apresenta-se o resultado dessas análises.

### 5.1.1 Categorização das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental conforme a demanda e o caráter

A análise das perguntas dos estudantes do 5º ano propiciou a elaboração da Tabela 2.

**Tabela 2: Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação à demanda e ao caráter**

| Caráter                  | Demanda                    | Quantidade de questões | % de questões |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|---------------|
| Perguntas informativas   | Explicação causal          | 197                    | 66,3 %        |
|                          | Descrição                  | 33                     | 11,1 %        |
|                          | Generalização ou definição | 10                     | 3,4 %         |
| SUBTOTAL                 | ---                        | 240                    | 80,8 %        |
| Perguntas investigativas | Comprovação                | 0                      | 0,0%          |
|                          | Predição                   | 44                     | 14,8 %        |
|                          | Ação                       | 13                     | 4,4 %         |
| SUBTOTAL                 | ---                        | 77                     | 19,2%         |
| TOTAL                    | ---                        | 297                    | 100,0 %       |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Em relação à Tabela 2, pode-se afirmar que nas perguntas propostas por estudantes do EF há um predomínio do caráter informativo (81%) em relação ao caráter investigativo (19%). Pode-se afirmar também que a maioria das perguntas dos estudantes do 5º ano do EF apresenta demanda de explicação causal (67%), que está associada ao caráter informativo. Em segundo lugar estão as perguntas de predição (15%), associado ao caráter investigativo. Em terceiro lugar estão as perguntas descritivas, 33 perguntas (11%). Perguntas de ação tiveram ocorrência de

13 (4%), enquanto que as de generalização ou definição tiveram 10 ocorrências (3%). Os estudantes do 5º ano do EF não realizaram perguntas de comprovação.

A maior parte das perguntas dos estudantes do EF demanda explicação causal, como ocorreu nas perguntas: *“Por que a vela apaga?”* (AF05P16); *“Por que o líquido começou a borbulhar?”* (BF25P184); e *“Por que foi usado o vinagre?”* (CF24P292). Requerem explicações sobre os fenômenos observados, como a ocorrência da reação do vinagre com o bicarbonato de sódio e a extinção da chama da vela.

As perguntas de demanda descritivas, como por exemplo, *“Quantos milímetros deve encher a garrafa para funcionar o experimento?”* (BF1845P158), *“O vinagre é inflamável?”* (BF26P189) e *“O que o bicarbonato fez?”* (CF4P233), solicitam informações referentes aos reagentes utilizados e aos fenômenos observados pelos estudantes. São perguntas fechadas, que solicitam uma resposta única, pois o estudante pode copiar de um texto ou memorizar, muitas vezes, por tratarem de aspectos particulares do fenômeno não fazem a relação com a realidade (TORT, 2005). Para Bargalló e Tort (2006), as perguntas fechadas propostas pelos estudantes podem estar relacionadas com as perguntas que eles costumam responder em sala de aula, pois os professores evitam fazer perguntas abertas aos estudantes. Segundo Walsh e Sattes (2016), questões que exigem um nível cognitivo mais baixo, como as perguntas que demandam descrição e explicação desempenham um papel importante na aprendizagem, porém não são suficientes para atingir os resultados que os professores esperam que os estudantes alcancem.

As questões com demandas de definições ou generalizações solicitaram definições sobre os reagentes utilizados, como por exemplo: *“O que é bicarbonato de sódio?”* (BF1P103) e sobre a reação química que ocorreu no experimento: *“Qual o nome da reação química que acontece?”* (BF16P152).

As perguntas de predição e ação, que levam à construção de hipóteses, podendo iniciar uma investigação, tiveram ocorrência considerável no 5º ano do EF, como nas perguntas: *“Se fosse água no lugar do vinagre o que iria acontecer?”* (AF7P24), *“O que acontece se botar um saco inteiro de bicarbonato?”* (AF22P83), *“Se tivesse mais ingredientes daria essa mesma reação?”* (BF35P215), *“Quando você mistura vinagre e bicarbonato forma ar ou pressão que faz a vela apagar?”* (AF5P88). Esses questionamentos exigem que os estudantes apliquem os conhecimentos que já possuem sobre ciência, num processo que leva à

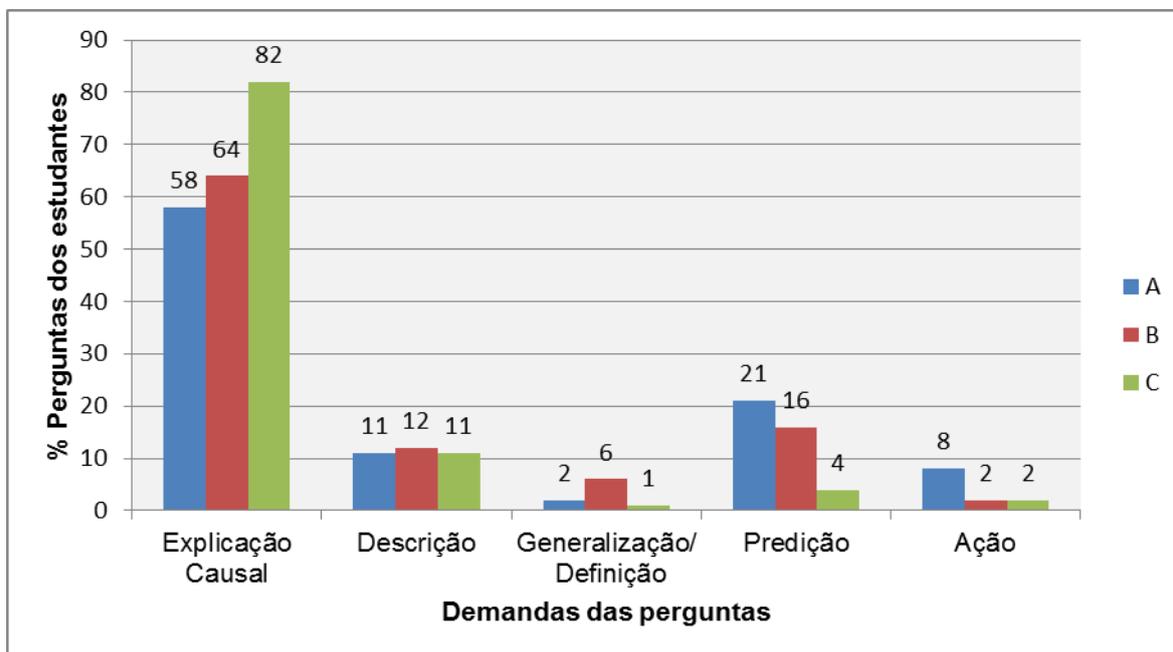
reconstrução de novos conhecimentos. Para Roca, Márquez e Sanmartí (2013), não tem sentido aprender teorias científicas se o estudante não é capaz de aplicá-las na sua realidade. Quando o estudante pergunta “*Se fosse água no lugar do vinagre o que iria acontecer?*” (AF7P24), ele sabe que utilizando o vinagre é obtido determinado resultado. Nesse sentido, já possui algum conhecimento de que se os reagentes são alterados, o produto da reação pode ser outro, mas tem interesse em saber o que pode acontecer. As perguntas de predição, pela possibilidade de desencadear uma investigação, também podem incentivar os estudantes para que utilizem os conhecimentos aprendidos na escola na resolução de problemas reais, por isso a importância de incentivar os estudantes a proporem esse tipo de pergunta.

O caráter da pergunta está relacionado com as categorias de demanda. As perguntas de caráter informativo apresentam demandas de descrição, explicação causal e generalização ou definição. As questões de caráter investigativo apresentam demandas de comprovação, predição e ação (SANMARTÍ, BARGALLÓ, 2012). Nas perguntas dos estudantes do 5º ano prevalece o caráter informativo Segundo Bargalló e Tort (2006), nas atividades propostas para estudantes do EF, em aulas de Ciências, estão presentes muitas perguntas que demandam descrição, explicação causal e generalização, porém há poucas perguntas que demandam predição ou ação. Para Roca, Márquez e Sanmartí (2013) o fato de os estudantes proporem mais perguntas descritivas e explicativas pode ser explicado pela concepção que os estudantes têm habitualmente das perguntas, pois no cotidiano o ato de perguntar está relacionado com solicitar informações e obter respostas simples e diretas.

Ainda que as perguntas de caráter informativo (81%) prevaleçam em relação às de caráter investigativo (19%), observa-se uma ocorrência considerável das perguntas de caráter investigativo. Sanmartí e Bargalló (2012) salientam a importância de instigar os estudantes a formularem perguntas que levem a investigações. Nesse contexto, atividades que contemplem a elaboração de perguntas a partir de atividades experimentais estimulam os estudantes a proporem questões de caráter investigativo.

A comparação entre as escolas e turmas em relação às demandas das perguntas propiciou a elaboração do gráfico apresentado na Figura 2.

**Figura 2: Gráfico da comparação entre as escolas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e as demandas das perguntas.**



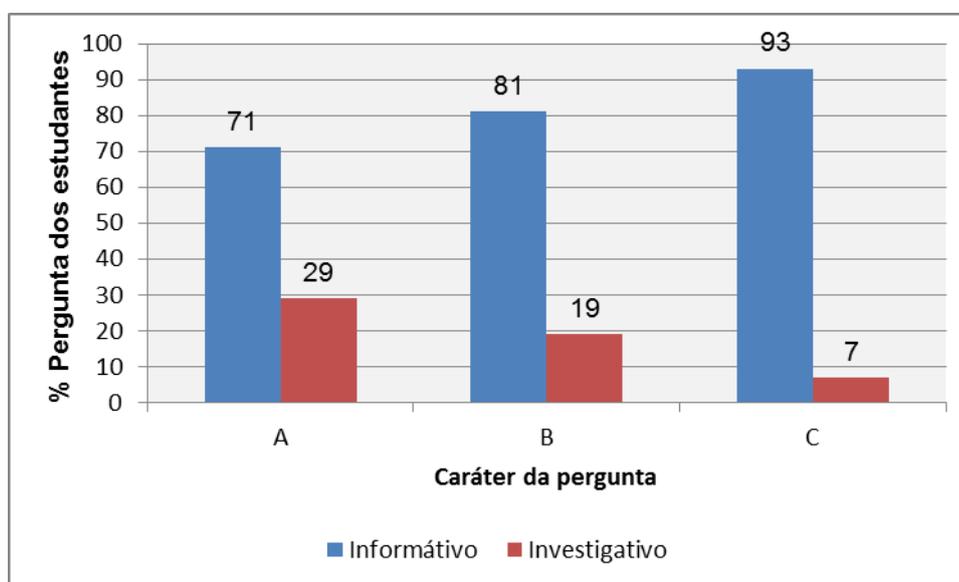
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Nas perguntas elaboradas pelos estudantes da Escola C prevaleceram as questões de demanda de explicação causal e poucas perguntas que demandavam predições e ações foram propostas. No entanto, com os estudantes da Escola A o número de perguntas de predição e ação foi maior que nas Escolas A e B e também ocorreram menos perguntas de explicação causal. As perguntas elaboradas pelos estudantes das três escolas apresentaram ocorrências semelhantes quanto às demandas de descrição. A prevalência das demandas de explicação causal sobre as demandas de descrição pode estar relacionada quanto à atividade que foi realizada. Por ser tratar de um experimento em que a maioria dos estudantes nunca tinha observado um fenômeno semelhante, as perguntas demandaram explicações sobre os fenômenos envolvidos, como explicações sobre o motivo de adicionar bicarbonato de sódio no vinagre causar efervescência e por qual razão a chama da vela foi extinta.

Quando se compara o caráter das perguntas propostas, observa-se que os estudantes da escola A apresentaram mais perguntas com caráter investigativo, seguido da Escola B. Isso pode mostrar um ensino com alguma diferenciação na Escola A.

Na Escola C as perguntas com caráter investigativo tiveram poucas ocorrências, o que pode ser verificado no gráfico apresentado na Figura 3.

**Figura 3: Gráfico da comparação entre as escolas e turmas de estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e o caráter das perguntas.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

É possível observar uma diferença considerável quanto às perguntas de caráter investigativo da Escola A em relação à Escola C, pois, em termos percentuais, os estudantes da Escola A propuseram em torno de quatro vezes mais perguntas investigativas em relação aos da Escola C. As diferenças, quanto ao caráter das perguntas propostas pelos estudantes, podem estar relacionadas com o modo como o ensino ocorre nas escolas. Possivelmente, os estudantes da Escola C participam de ensino com ênfase na transmissão, baseado na memorização e reprodução do conhecimento, enquanto que na Escola A os estudantes parecem ter hábito de perguntar, podendo a transmissão do conhecimento ser menos valorizada.

### **5.1.2 Categorização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio conforme a demanda e o caráter**

A partir da análise das perguntas dos estudantes do 2º ano do EM foi possível elaborar a Tabela 3.

**Tabela 3: Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação à demanda e ao caráter**

| Caráter                  | Demanda                    | Quantidade de questões | % de questões |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|---------------|
| Perguntas informativas   | Explicação causal          | 134                    | 43,8 %        |
|                          | Descrição                  | 47                     | 15,4 %        |
|                          | Generalização ou definição | 62                     | 20,2 %        |
| SUBTOTAL                 | ---                        | 243                    | 79,4 %        |
| Perguntas investigativas | Comprovação                | 0                      | 0,0 %         |
|                          | Predição                   | 61                     | 19,9 %        |
|                          | Ação                       | 2                      | 0,7 %         |
| SUBTOTAL                 | ---                        | 63                     | 20,6 %        |
| TOTAL                    | ---                        | 306                    | 100,0 %       |

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

A maioria das perguntas dos estudantes do EM apresentou demanda de explicação causal (43,8 %), seguida das perguntas de generalização e definição (20,2 %) e de predição (19,9 %). Em terceiro lugar estão as perguntas descritivas (15,4 %) e por último as perguntas com demanda de ação (0,7 %). Os estudantes do 2º ano do EM também não propuseram perguntas de comprovação.

A maior parte das perguntas dos estudantes desse nível de ensino com demanda de explicação causal solicitavam explicações sobre o motivo da extinção da chama da vela, como os exemplos a seguir: *“Por que a vela apaga”* (DM2P153); *“Por que o fogo se apagou sem nem encostar o vinagre e o bicarbonato na vela?”* (AM8P29); e *“Por que a vela se apagou apenas com a aproximação da garrafa?”* (AM18P63). Dentre as perguntas dos estudantes do 2º ano de EM, de explicação causal, 61 perguntas (46,0 %) solicitavam o motivo da extinção da chama da vela. As perguntas que solicitavam explicações sobre motivo da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio produzir efervescência, tiveram ocorrência de 40 (30,0 %), como por exemplo: *“Por que o vinagre em contato com o bicarbonato gera uma efervescência?”* (AM7P26); *“Por que ocorreu uma liberação rápida de gás e não lenta do vinagre misturado com bicarbonato?”* (DM9P172). Poucos estudantes relacionaram que extinção da chama da vela poderia ter sido causada pela falta de oxigênio, como na pergunta: *“O fogo precisa de O<sub>2</sub> e a reação produz outro gás que sufocou a vela?”* (AM3P12).

As perguntas com demandas de generalização ou definição estavam relacionadas à reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, com ocorrência de 36 perguntas (58,0 %) dentro dessa categoria de demanda, como, por exemplo, as perguntas: *“Qual reação ocorre entre o bicarbonato e o vinagre?”* (DM13P185); *“Que tipo de reação química ocorre no experimento?”* (DM51P303). Outras perguntas solicitavam o nome do gás que foi formado na reação, como mostra a pergunta: *“Entendi que foi uma espécie de “gás” que apagou a vela, mas que gás foi esse?”* (DM45P289), esses questionamentos representaram 36% da demanda de generalização ou definição.

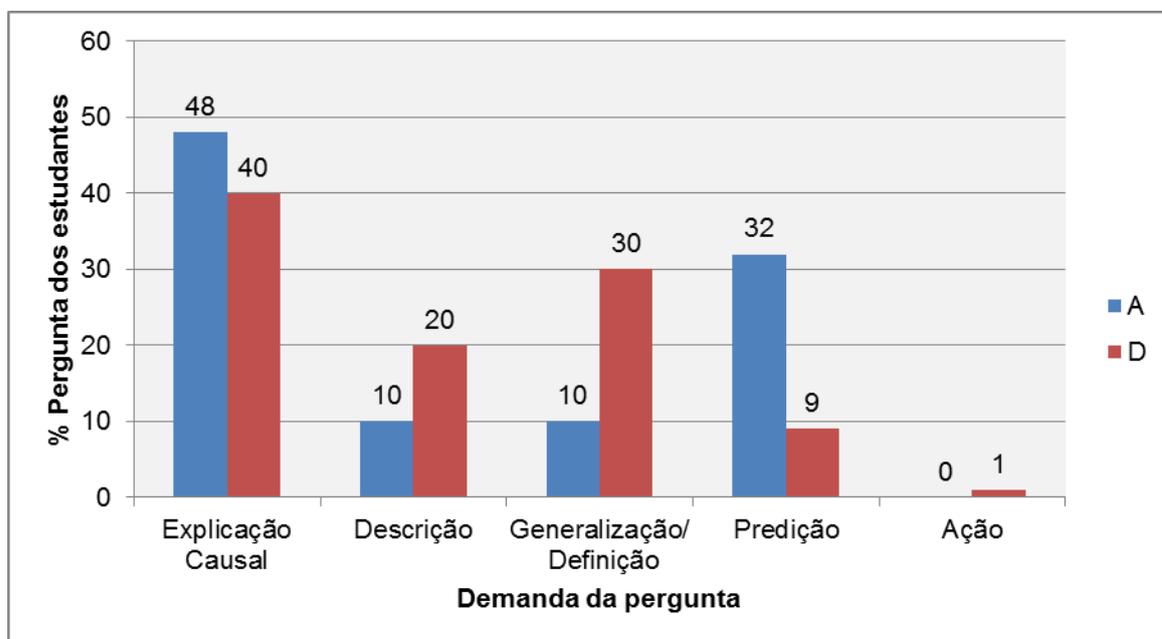
As demandas de predição e ação também tiveram ocorrência considerável (21%), dentre as perguntas propostas pelos estudantes de 2º ano do EM. Os questionamentos com demanda de predição estavam relacionados às suposições quanto à alteração dos reagentes da reação, às quantidades, aos materiais utilizados e aos procedimentos adotados para a realização do experimento, como, por exemplo, nas perguntas: *“Se utilizasse uma fonte maior de fogo, com a mesma quantidade feita para apagar a vela, apagaria também?”* (AM32P198); *“Se usasse uma quantidade maior, poderia apagar uma maior quantidade de fogo?”* (AM2P6); *“Tem algum outro produto além do vinagre que misturado com o bicarbonato de sódio apagasse a vela?”* (DM52P306); e *“Tem como apagar a vela com outros ingredientes, mas do mesmo jeito que foi feito?”* (DM15P190).

As questões descritivas demandaram informações sobre os fenômenos observados, como nas perguntas: *“O que o vinagre e o bicarbonato de sódio geram a ponto de apagar a vela?”* (AM10P36); *“A vela se apagou por falta de oxigênio?”* (AM26P92); e *“O que acontece com o vinagre em contato com o bicarbonato?”* (DM11P179). Em outras perguntas descritivas os estudantes relacionaram o experimento com o seu cotidiano, como na pergunta: *“Essa substância de gás, encontra-se nos extintores?”* (DM35P252). Os estudantes também associaram os resultados do experimento com os seus conhecimentos em relação ao tema em questão, como por exemplo, *“A densidade do gás liberado pelo bicarbonato e vinagre é mais denso que o oxigênio?”* (DM37P259).

Com relação ao caráter das perguntas dos estudantes do 2º ano do EM, predomina o caráter informativo (79%), em relação ao investigativo (21%). Quando comparadas as perguntas dos estudantes em relação às escolas, observam-se

diferenças quanto às demandas das questões, o que pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 4.

**Figura 4: Gráfico da comparação entre as escolas e as demandas das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio.**

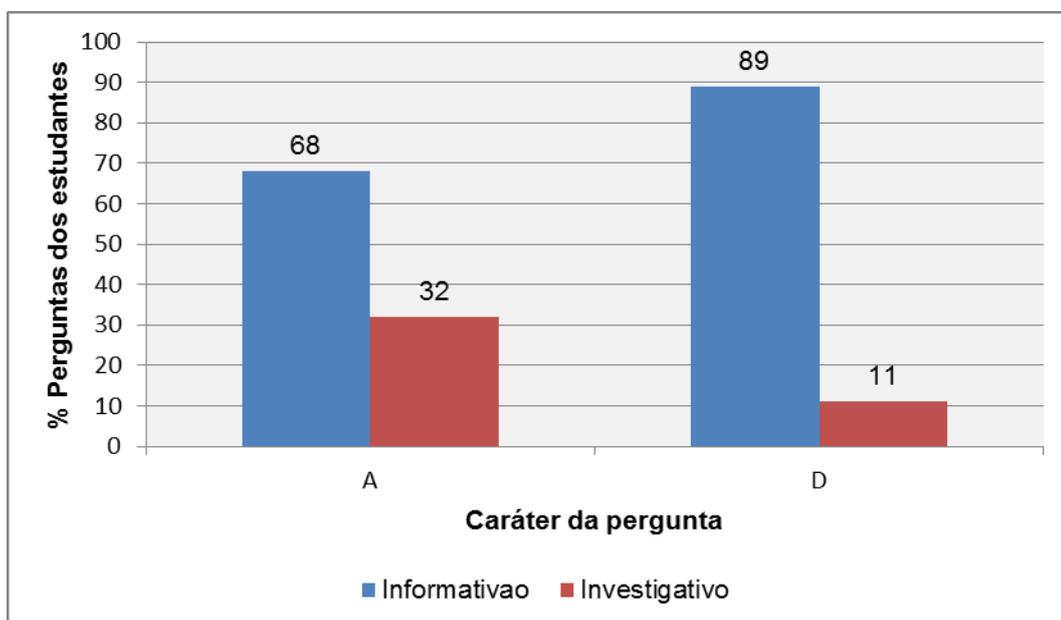


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

A ocorrência de perguntas de predição é maior na escola A, enquanto que na escola D ocorreram mais questões de descrição e generalização ou definição do que na escola A. Há prevalência de questões de generalização ou definição na escola D, bem como mais questões de descrição e menos questões de predição e ação do que na escola A. Isso pode estar relacionado ao ensino e ao modo como os estudantes aprendem Ciências nessas turmas. Possivelmente na escola D os conteúdos factuais são mais valorizados. Conforme Zabala (2010, p. 41), “por conteúdos factuais se entende o conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares [...]”. A aprendizagem dos conteúdos factuais geralmente ocorre por meio de cópia e memorização e os professores acreditam que os estudantes aprendem quando conseguem reproduzir o conhecimento, sem que de fato possa ter ocorrido uma verdadeira compreensão por parte do estudante.

A análise das perguntas dos estudantes em relação ao caráter propiciou a elaboração do gráfico apresentado na Figura 5.

**Figura 5: Gráfico da comparação entre as escolas de estudantes de 2º ano do Ensino Médio e o caráter das perguntas**



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados.

Quando comparado o caráter das perguntas propostas pelos estudantes do 2º ano do EM, fica evidente que nas perguntas de caráter investigativo da escola A estão em maior número do que as da escola D. Isso pode estar associado ao maior envolvimento com experimentação e investigação na escola A, conforme descrito no item 4.3, quando de sua caracterização.

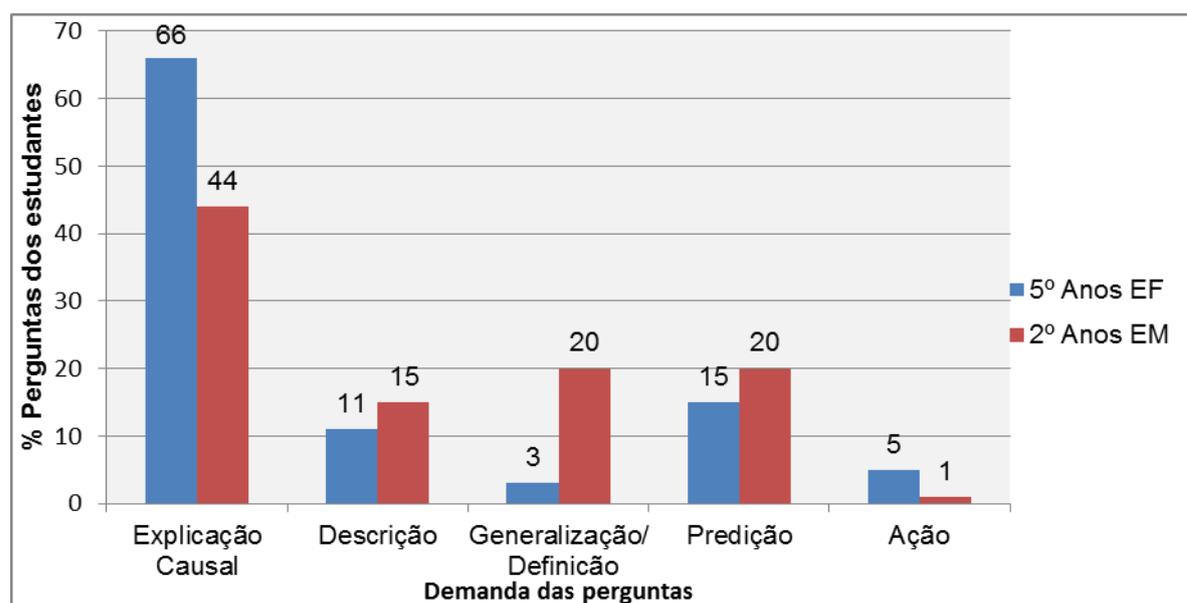
### **5.1.3 Comparação entre as demandas e o caráter das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio**

A partir da comparação entre as demandas das perguntas dos estudantes de 5º ano do EF e 2º ano foi possível a elaboração de um gráfico apresentado na Figura 6.

As perguntas dos estudantes em ambos os níveis de ensino apresentaram maior demanda de explicação causal, no EF a ocorrência de perguntas de explicação causal foi maior que no EM, essas perguntas estavam relacionadas às explicações sobre os fenômenos visualizados pelos estudantes sobre a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio e a extinção da chama da vela. No 5º ano do EF, os estudantes não costumam participar de atividades que envolvem experimentação em Ciências, já no EM, nas disciplinas das Ciências da Natureza

como a Química, a Física e a Biologia, os estudantes estão mais habituados a trabalhar com experimentos. Muitos dos estudantes do 2º ano já tinham feito alguma atividade relacionada ao tema proposto no experimento, pois nesse nível de ensino, na disciplina de Química, o conteúdo de reações químicas e o processo de combustão são estudados.

**Figura 6: Gráfico da comparação entre as demandas das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

No EF, os conhecimentos que os estudantes têm sobre esse assunto estão muito relacionados às suas vivências e ao que aprendem na escola em Ciências, por essa razão, as perguntas de explicação causal dos estudantes do EF solicitaram mais explicações sobre os motivos da extinção da chama da vela e da produção de efervescência na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio.

Na demanda de generalização ou definição a prevalência ocorreu nas perguntas dos estudantes do EM. Essas questões estavam relacionadas à reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, o nome da reação, o nome dos produtos e o tipo de reação. O conteúdo de reações químicas geralmente é estudado no 2º ano do EM, mas, possivelmente, esses estudantes apresentam dúvidas quanto aos conceitos relacionados com esse tema.

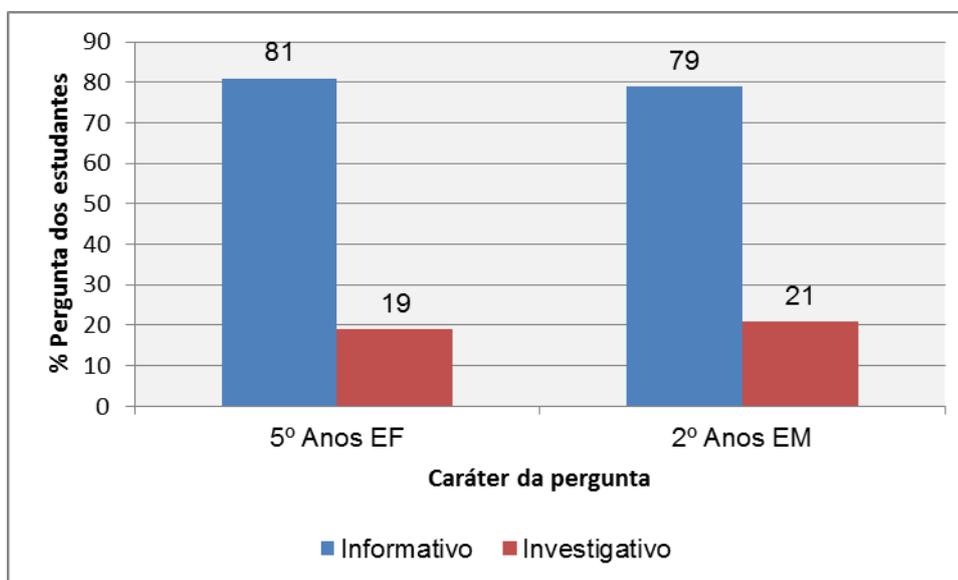
Os estudantes do EM formularam, em termos percentuais, mais questões de demandas de predição que os estudantes do EF, enquanto que estes apresentaram mais questões com demandas de ação, relacionadas aos fenômenos que eles

tenham acabado de visualizar. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que as perguntas de predição estão associadas à possível previsão de um acontecimento futuro, uma hipótese. Os estudantes de 2º ano do EM apresentam um pensamento formal mais consolidado que os estudantes de 5º ano do EF. Desse modo, estão mais habituados a formularem hipóteses, pois apresentam mais facilidade para conseguir realizar abstrações.

As perguntas com demanda de comprovação não foram propostas pelos estudantes dos dois níveis de ensino. Conforme Roca, Márquez e Sanmartí (2013), as perguntas que demandam uma comprovação estão relacionadas com o pensamento crítico, e, geralmente não ocorrem no contexto escolar, nem no cotidiano.

Quando comparamos o caráter das perguntas dos estudantes do Ensino Fundamental e Médio o resultado é semelhante, o que pode ser observado no gráfico da Figura 7:

**Figura 7: Gráfico da comparação entre o caráter das perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Roca, Márquez e Sanmartí (2013) afirmam que as crianças têm condições de formular e comprovar hipóteses para realizar investigações, porém com algumas restrições. Contudo, quando as exigências das tarefas aumentam, os adolescentes e adultos continuam apresentando restrições, as quais podem estar relacionadas aos conteúdos envolvidos, à quantidade de informação e ao modo abstrato e

descontextualizado que os conhecimentos científicos são estudados na escola. Sendo assim, o modo como os estudantes dos dois níveis de ensino compreendem os fenômenos provavelmente é diferente. Isso foi constatado no estudo, pois em ambos os níveis de escolaridade, a ocorrência de perguntas de caráter investigativo foi semelhante. Os estudantes de 2º ano do EM podem ter restrições quanto aos conteúdos abordados no experimento, o que pode ter limitado o número de perguntas investigativas.

## 5.2 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos erros conceituais presentes

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes, quanto aos erros *conceituais* presentes, foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). Consideram-se *erros conceituais* possíveis equívocos em relação aos significados que os estudantes dão para os conceitos. Na sequência apresenta-se o resultado dessas análises.

### 5.2.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos erros conceituais presentes

A partir da análise das perguntas dos estudantes de 5º ano do EF em relação aos erros *conceituais* foi possível elaborar a Tabela 4.

**Tabela 4: Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos erros conceituais**

| Escolas  | Nº de erros conceituais | Nº de perguntas com erros conceituais | Nº de perguntas | % de erros conceituais em relação ao número de perguntas |
|----------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------|--|
| <b>A</b> | 27                      | 24                                    | 99              | 27,3 %   |
| <b>B</b> | 21                      | 20                                    | 122             | 17,2 %   |
| <b>C</b> | 20                      | 19                                    | 76              | 26,3 %   |
| Total    | 68                      | 63                                    | 297             | 22,9 %   |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Foram identificados 68 erros conceituais em 63 perguntas, o que indica que algumas perguntas tiveram mais de um erro conceitual e corresponde a 22,9 % sobre o total das perguntas formuladas pelos estudantes de 5º ano do EF. Os

estudantes da escola B propuseram menos perguntas com falhas conceituais que os estudantes das escolas A e C.

Os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes do EF deram origem a quatro categorias emergentes: *conceitos relacionados às transformações da matéria* (31 perguntas); *conceitos relacionados à composição da matéria* (15 perguntas); *conceitos relacionados à linguagem científica* (12 perguntas); e *conceitos relacionados aos estados físicos da matéria* (10 perguntas).

Em relação aos *conceitos relacionados às transformações da matéria*, em 12 perguntas os estudantes não compreendem o conceito de transformação da matéria, como, por exemplo, manifestado nas perguntas: “*Como o fogo apagou sem nenhum **esforço** do vinagre e do bicarbonato de sódio?*”, (BF26P185); “*Por que a **mistura** de bicarbonato e vinagre faz o líquido subir?*” (AF11P37); “*Como será que o vinagre e o bicarbonato sódio **criam** essa explosão?*” (AF27P99). A experiência mostra que os conceitos relacionados à Química, por ser essa uma disciplina que integra o EM, são estudados superficialmente nos anos iniciais do EF. Entretanto, conceitos básicos de química, como as transformações químicas, poderiam ser abordados, pois mesmo no início do EF são estudados os fenômenos como a fotossíntese, a combustão e a decomposição da matéria orgânica (MORI; CURVELO, 2014). Quando esses conceitos não são abordados adequadamente nos primeiros anos de escolarização, os estudantes podem desenvolver concepções alternativas e posteriormente encontrar dificuldades para a compreensão de outros conceitos químicos (THEODORO; KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2009).

Em outras perguntas os estudantes de 5º ano demonstraram não distinguir bolhas de espuma, como na pergunta: “*Quais os motivos de quando o vinagre e o bicarbonato de sódio se juntam eles produziram uma **espuma**?*” (BF22P174). Também, referem-se à efervescência como explosão, fermentação, fervura e agitação, conforme as perguntas: “*Por que aconteceu a **explosão** com bicarbonato e vinagre?*” (AF3P8); “*Por que quando misturamos vinagre e bicarbonato de sódio, o líquido fermentou e começou a subir?*” (BF35P212); “*Por que quando misturamos o bicarbonato com o vinagre ele **ferve**?*” (AF21P77); e “*Por que quando o bicarbonato se junta com o vinagre acontece uma **agitação**?*” (AF15P58). Nas perguntas, os estudantes de 5º ano do EF expressaram o que foi visto por eles, baseados nas suas experiências concretas sobre os fenômenos com aspectos visuais que se assemelham ao da efervescência. Visualmente, considerando o senso comum, o

fenômeno da efervescência pode ser semelhante a uma explosão, fervura ou agitação, porém eles são conceitualmente diferentes. Assim, os estudantes podem não compreenderem esses conceitos, pois possivelmente ainda não foram estudados nas aulas de Ciências.

Em relação aos *Conceitos relacionados à composição da matéria*, em sete perguntas os estudantes se referiram às substâncias e misturas, como vinagre e bicarbonato de sódio, como ingredientes: “Se você misturasse o bicarbonato de sódio com outro **ingrediente** daria a mesma reação?” (BF35P213), “Como a vela apagou com o vinagre e o bicarbonato de sódio se esses dois ingredientes não encostam na vela?” (CF17P269). Também se referiram às substâncias e misturas como objetos (três perguntas) e produtos (quatro perguntas), como nas perguntas: “Poderíamos usar outros **objetos**?” (BF3P110); e “Dá para fazer esse experimento com outros **produtos**, não só com o vinagre e bicarbonato?” (AF16P59). Um estudante se referiu ao vinagre e ao bicarbonato de sódio como *elemento*: “Por que quando os **elementos** são misturados faz que o recipiente vazio apague a vela?” (CF11P253). No 5º ano do EF, os conceitos de substância, mistura e elemento podem começar a ser estudados, porém nem sempre são abordados nas aulas de Ciências. Segundo Zanon e Lottermann (2012), conceitos como o de substância poderiam ser introduzidos já no 5º ano do EF, mesmo sem defini-lo formalmente, mas utilizando uma linguagem acessível aos estudantes para que possam começar a significar esse conceito.

Sobre os *Conceitos relacionados à linguagem científica*, em 11 perguntas os estudantes se referiram ao recipiente (garrafa PET) como litro, conforme as perguntas: “Como o vento passou de um **litro** para o outro?” (CF13P258); e “Por que a vela apagou quando o **litro** chegou perto dela?” (CF1P222). Os estudantes do EF utilizaram a palavra litro para se referir aos recipientes utilizados no experimento, pois na linguagem do cotidiano dos estudantes litro pode representar uma garrafa PET. Mesmo que no 5º do EF ano as unidades de volume ainda não sejam estudadas, no cotidiano os estudantes também utilizam a palavra litro para se referir ao volume de um líquido em uma garrafa, por exemplo, que é o correto do ponto de vista científico. Nesse sentido, já apresentam certa compreensão em relação ao conceito da palavra litro.

Em relação aos *Conceitos relacionados aos estados físicos da matéria*, os estudantes demonstraram não compreender o conceito de gás, pois em cinco

perguntas se referiram ao gás produzido na reação entre o vinagre e bicarbonato de sódio como fumaça, como mostra a pergunta: “*Por que saiu uma **fumaça** quando juntou vinagre com bicarbonato de sódio?*” (BF37P220). Em outras perguntas, se referiam ao gás como vento (três perguntas), vapor (duas perguntas) e ar (uma pergunta), conforme os exemplos: “*Como a vela se apaga? É tipo um **vapor** que sai do vinagre com o bicarbonato de sódio?*” (AF10P32); “*Como que o bicarbonato de sódio faz o **vento**?*” (AF23P87); e “*Mas como o bicarbonato de sódio e o vinagre se misturam e sai o **ar** deles?*” (AF10P33). Observa-se que os estudantes, ao não saberem explicar o que aconteceu na reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, relacionam o que eles visualizaram a algo que eles têm conhecimento, como a fumaça, o vapor, o vento e o ar.

### 5.2.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos erros conceituais presentes

Em relação aos erros conceituais, a análise das perguntas dos estudantes do 2º ano do EM propiciou a elaboração da Tabela 5.

**Tabela 5: Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação aos erros conceituais.**

| Escolas      | Nº de erros conceituais | Nº de perguntas com erros conceituais | Nº de perguntas | % erros em relação ao número de perguntas |
|--------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------|---|
| <b>A</b>     | 31                      | 29                                    | 146             | 21,2 %                                    |
| <b>D</b>     | 12                      | 11                                    | 160             | 7,5 %                                     |
| <b>Total</b> | 43                      | 40                                    | 306             | 14,1 %                                    |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Foram identificados 43 erros conceituais em 40 perguntas, o que corresponde a 14,1 % sobre o total das perguntas formuladas pelos estudantes de 2º ano do EM. Os estudantes da Escola A propuseram mais perguntas com erros conceituais que os estudantes da Escola D. Isso pode ter ocorrido pelo fato que os estudantes da escola A propuseram mais perguntas de predição e explicação causal que os estudantes da Escola D, enquanto que na Escola D foi maior a ocorrência de perguntas de generalização e definição. Ao proporem mais perguntas com demandas de predição e explicação causal, os estudantes da Escola A referiram-se mais sobre os fenômenos que os estudantes da Escola D, que ficaram mais restritos

a definições relacionadas aos conteúdos, o que pode ter propiciado um número maior de erros conceituais.

Os erros conceituais presentes deram origem a quatro categorias emergentes: *conceitos relacionados às transformações da matéria* (19 perguntas); *conceitos relacionados à composição da matéria* (14 perguntas); *conceitos relacionados à linguagem científica* (oito perguntas); e *conceitos relacionados aos estados físicos da matéria* (duas perguntas).

Em relação aos *Conceitos relacionados à reação química*, em 11 perguntas os estudantes demonstram não compreender o conceito de reação química, como manifestado na pergunta: “*Por que apenas um **pouquinho do conteúdo da reação** foi suficiente para apagar a vela?*” (AM3P11). Um estudo realizado na Espanha por Furió e Domínguez (2007) revelou que metade dos estudantes participantes da pesquisa não é capaz de diferenciar um processo físico de um químico. Os pesquisadores atribuem que esse erro conceitual está relacionado ao conceito que os estudantes atribuem à substância, pois quando não conseguem diferenciar mistura de substância composta, conseqüentemente, não conseguem definir se a mistura inicial das substâncias se mantém ou se ocorreu uma reação química com formação de novas substâncias. Em contexto brasileiro, as concepções dos estudantes sobre reações químicas foram estudadas por Petrucci-Rosa (1996) e Mortimer e Miranda (1995). Rosa (1996) verificou que um quinto dos estudantes de 1º ano do EM concebiam transformações químicas como a mistura de materiais. Conforme Mortimer e Miranda (1995), os estudantes confundem transformação química com mudança de estado físico. Isso foi verificado nas perguntas dos estudantes de EM, como na pergunta: “*Por que ao botar vinagre e bicarbonato a mistura **ferveu?***” (AM11P39). O estudante não distingue reação química de mudança de estado físico.

Em outras quatro perguntas os estudantes não distinguem o conceito de ferver com efervescência, como mostra a pergunta: *Por que ao botar vinagre e bicarbonato a mistura **ferveu?*** (AM9P33). Uma pergunta apresentou o conceito equivocado de espuma, ao não distinguir bolha de espuma “*Por que quando misturamos o vinagre e o bicarbonato levanta **espuma?***” (AM21P210).

Em relação aos *Conceitos relacionados à composição da matéria*, o erro mais comum foi em relação à falta de compreensão dos conceitos de elemento químico, substância e mistura, pois em cinco perguntas os estudantes se referem ao vinagre

e ao bicarbonato de sódio como elementos, conforme as perguntas: *“Poderia usar algum outro **elemento** no lugar do vinagre?”* (AM33P122); *“A experiência da junção de dois **elementos**, vinagre e bicarbonato de sódio, conseguiria apagar uma grande quantidade de fogo?”* (AM19P71). Pozo e Crespo (2016) afirmam que os estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem em relação aos conceitos de substância pura e elemento. De acordo com Furió, Solbes e Carrascosa (2012) os estudantes apresentam dificuldade em distinguir uma mistura de uma substância, isso pode ocorrer devido ao fato de esses dois termos serem usados como sinônimos na linguagem cotidiana. Também reduzem a composição da matéria à mistura ou substância composta e substância simples a elemento químico. Nesse sentido, apresentam dificuldade em distinguir uma mistura de uma substância. Segundo um estudo de Furió e Domínguez (2007), dois terços dos estudantes participantes da pesquisa não diferenciaram mistura de substância composta, pois para os estudantes, ambas são formadas por mais de uma substância simples, que se identifica com o conceito de elemento químico. Mesmo que os estudantes tenham estudado esses conceitos na disciplina de química, muitos deles continuam pensando de modo similar ao paradigma Aristotélico, no qual toda a matéria é formada por elementos (*Ibid*). Isso também foi verificado nas perguntas dos estudantes ao se referirem ao vinagre e ao bicarbonato de sódio como elemento, o que mostra que eles não compreendem o conceito de elemento químico, substância simples e composta e mistura.

Em outras duas perguntas, os estudantes se referiram ao vinagre e ao bicarbonato de sódio como componentes, conforme a pergunta: *“Por que esses **componentes** apagam a vela?”* (AM15P53). Os estudantes também se referiram ao vinagre e ao bicarbonato de sódio como ingredientes, como na questão: *“Tem como apagar a vela com outros **ingredientes**, mas do mesmo jeito que foi feito?”* (DM15P190). Os estudantes manifestaram confusão com relação ao conceito de produto, pois se referiram a substâncias e misturas como produtos: *“Aconteceria esse processo com outros **produtos**?”* (AM46P144). Também confundiram produto com fórmula: *“Qual **fórmula** que se formou do vinagre e bicarbonato?”* (DM26P233). Ao se referirem às substâncias e misturas como ingredientes e produtos, os estudantes utilizam a linguagem do cotidiano, como quando utilizam a palavra ingrediente para referir-se ao açúcar, por exemplo. Na química, o conceito de produto está associado ao produto da reação. No cotidiano, produto representa algo

que foi produzido. Nesse sentido, para os estudantes o vinagre e o bicarbonato de sódio são produtos, assim como outros que eles utilizam no cotidiano. Conforme Furió e Domínguez (2007), a maioria dos estudantes associa o significado de substância química a material ou produto, pois essa compreensão se dá em nível macroscópico.

Em relação aos *Conceitos relacionados à linguagem científica*, os estudantes apresentaram equívocos sobre alguns conceitos, como em duas perguntas que os estudantes se referiram a um recipiente como litro: “Por que a vela apaga quando é aproximado o **litro**?” (DM30P238). No cotidiano utilizam a palavra litro para se referir a uma garrafa PET, porém, na Ciência, litro representa uma unidade de medida de volume. Em duas perguntas, para questionar o que ocorreu para que a chama da vela fosse extinta, os estudantes utilizaram a expressão “causou”, gíria que estão acostumados a falar no cotidiano, como na pergunta: “O que **causou** entre a vela e bicarbonato e o vinagre?” (AM6P22). Em outras perguntas, os estudantes utilizaram palavras que não estavam de acordo com o contexto da pergunta, como referir-se a “desligar a vela” em vez de “apagar a vela”, e as palavras “cria” e “sufocou” nas perguntas: “Por que o vinagre com o bicarbonato **cria** bolhas?” (DM17P199); e “O fogo precisa de  $O_2$  e a reação produz outro gás que **sufocou** a vela?” (AM3P12).

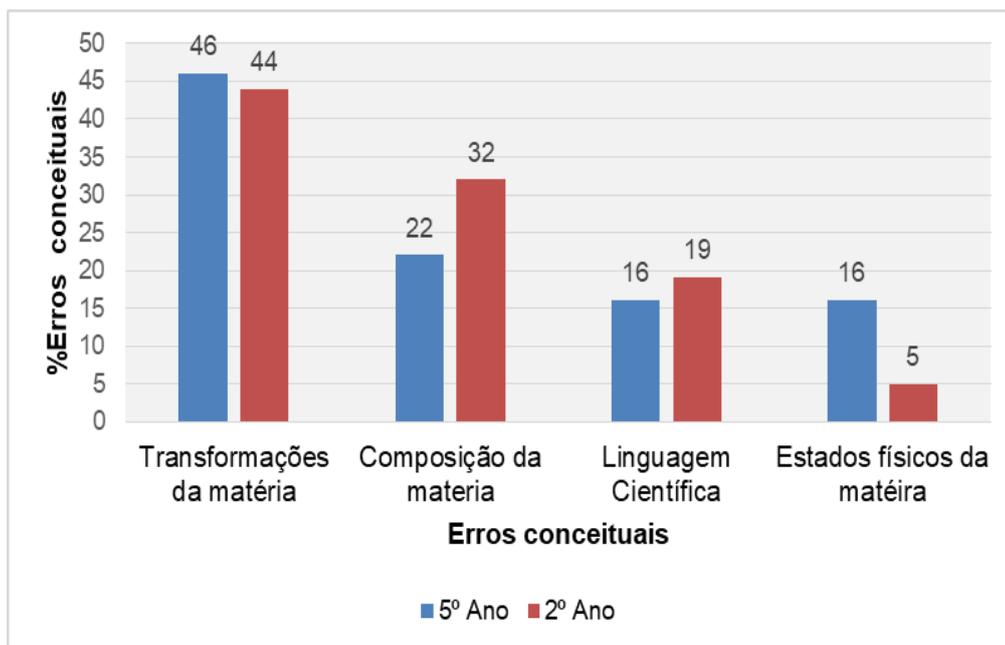
Em relação aos *Conceitos relacionados aos estados físicos da matéria*, em duas perguntas, os estudantes não compreendem a diferença entre gás e vapor, pois se referem ao dióxido de carbono como gás e como vapor, como na pergunta: *Qual foi a explicação para que o bicarbonato de sódio e o vinagre fizessem que apagasse a vela apenas com o **vapor** em direção à vela?* (AM23P83). Essa não diferenciação entre o gás e ao vapor remete a falta de compreensão que os estudantes possuem em nível microscópico da matéria. Para os estudantes, visualmente gás são semelhantes, porém, em Química, gás é um estado físico da matéria e vapor “[...] é a fase gás de uma substância abaixo de sua temperatura crítica” (ATKINS; JONES, L., 2012, p.343).

### 5.2.3 Comparação entre os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio

Os estudantes de 5º ano do EF fundamental propuseram mais perguntas com erros conceituais que os estudantes de 2º ano do EM. No EF, as perguntas

propostas apresentaram 23% de erros conceituais, enquanto que nas perguntas dos estudantes de 2º ano do EM os erros conceituais ocorreram em 14% das perguntas. Em relação aos conceitos que apresentaram erros, foi possível a elaboração de um gráfico apresentado na Figura 8.

**Figura 8: Gráfico da comparação entre os erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Em ambos os níveis de ensino, os conceitos relacionados à *transformação da matéria* são os que apresentaram mais erros conceituais. No 5º ano do EF, em geral, os conceitos relacionados a transformações químicas são pouco estudados, de modo que os erros conceituais presentes nas perguntas desses estudantes poderiam ser esperados. No entanto, no 2º ano do EM esses conceitos, em geral, já teriam sido abordados em diversos conteúdos na disciplina de Química. Em relação aos conceitos, no 2º ano do EM, os estudantes têm dúvidas em relação às transformações físicas e químicas, não conseguindo identificar quando se trata de uma ou de outra, confundindo mistura com reação química. O mesmo ocorre com erros em relação à estequiometria da reação.

Na categoria *composição da matéria*, os estudantes de 2º ano do EM apresentaram mais erros conceituais. Ao longo da escolarização ocorre a complexificação dos conhecimentos, e no 2º ano do EM, conceitos relacionados à composição da matéria já teriam sido estudados, porém os estudantes podem não

ter se apropriado desses conceitos. Essa não apropriação desses conceitos pode estar relacionada ao modo de ensino desenvolvido na escola, pois atividades que remetam a simples memorização e reprodução das definições não garantem a aprendizagem. No 5º ano do EM, a maioria dos estudantes ao se referir às substâncias e misturas utilizou a palavra “*ingrediente*”, o que mostra que eles, ao não estarem apropriados dos termos científicos, utilizam a linguagem do cotidiano para se expressarem. No 2º ano do EM, os estudantes empregam mais frequentemente termos próprios da linguagem científica, porém muitos são utilizados de modo equivocado.

Quanto aos *Conceitos relacionados à linguagem científica*, 11 estudantes de 5º ano do EF utilizaram a palavra litro para se referirem à garrafa PET, enquanto que no 2º ano do EM, somente dois estudantes empregaram a mesma expressão, o que evidencia uma maior apropriação dos termos científicos pelos estudantes na medida em que avança a escolaridade.

Na categoria *Conceitos relacionados aos estados físicos da matéria*, os erros conceituais dos estudantes de 2º ano do EM são específicos quanto à diferença entre gás e vapor. No 5º ano do EF, os estudantes, por não estarem apropriados do conceito de gás, relacionam o gás carbônico produzido na reação com fumaça, vento, ar e vapor, ao campo macroscópico, ou seja, ao modo como visualizam o fenômeno.

Furió e Domínguez (2007) afirmam que os erros conceituais referentes à composição da matéria e às transformações químicas podem estar relacionados ao modo como esses conceitos são estudados na escola, pois geralmente os professores ao introduzirem esses conceitos nos estudos em sala de aula, não relacionam o campo macroscópico com o microscópico para realizarem exposições e explicações sobre o comportamento das substâncias. Em muitas ocasiões, são priorizados os aspectos microscópicos, em outras os macroscópicos, ou ainda uma sobreposição desses, o que conduz a uma visão incompleta dos conceitos. Os autores defendem que a aprendizagem desses conceitos deve considerar os elementos históricos que levaram à sua construção, abordando como os problemas foram resolvidos e como os conceitos foram construídos, de modo que os estudantes possam compreender que cada um desses conceitos surgiu como resposta a uma pergunta. Ao introduzir os conceitos, abordando a pergunta, novos questionamentos podem ser propostos pelos estudantes, dando a oportunidades

para a reconstrução de respostas no coletivo dos participantes da sala de aula. Nesse sentido, as perguntas dos estudantes, além de revelarem os erros conceituais, podem ser o ponto de partida para atividades que remetam a correção desses erros e a correta apropriação dos conceitos.

Portanto, as perguntas podem oferecer ao professor importantes subsídios relativos ao conhecimento dos estudantes e a possíveis encaminhamentos nos processos de ensino e aprendizagem.

### 5.3 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação à linguagem e à sua complexificação

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes em relação à linguagem foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). A seguir apresenta-se o resultado dessa análise.

#### 5.3.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação à linguagem e à sua complexificação

A análise da linguagem presente na pergunta dos estudantes deu origem a três categorias emergentes: *termos relacionados às reações químicas*; *termos relacionados às substâncias químicas*; e *termos relacionados ao experimento*. Essas categorias são detalhadas na Tabela 6.

**Tabela 6: Termos relacionados à linguagem científica presente nas perguntas dos estudantes de 5º ano do EF**

| Categoria   | Termos científicos | Frequência de citação pelos estudantes | Total de termos citados | % de termos citados |
|---|--------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Termos relacionados às reações químicas<br>(07 termos – 54,0 %)     | Borbulhou          | 1                                      | 24                      | 57,1                |
|   | Fermentou          | 2                                      |                         |                     |
|   | Ferveu             | 1                                      |                         |                     |
|   | Mistura            | 7                                      |                         |                     |
|   | Pressão            | 2                                      |                         |                     |
|   | Reação             | 7                                      |                         |                     |
|   | Reação química     | 4                                      |                         |                     |
| Termos relacionados às substâncias químicas<br>(04 termos – 31,0 %) | Elemento           | 1                                      | 5                       | 11,9                |
|   | Gás                | 2                                      |                         |                     |
|   | Inflamável         | 1                                      |                         |                     |

|   |             |    |    |      |
|---|-------------|----|----|------|
|   | Substância  | 1  |    |      |
| Termos relacionados ao experimento<br>(2 termos – 15,0 %) | Experimento | 8  | 13 | 31,0 |
|   | Recipiente  | 5  |    |      |
| TOTAL   | 13          | 42 | 42 | 100  |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

A categoria que teve maior ocorrência foi *Termos relacionados às reações químicas*. Os termos mais utilizados pelos estudantes do EF, nessa categoria, foram “mistura” (07) e “reação” (07). No entanto, em muitas das perguntas, verifica-se que os estudantes não estão apropriados dos conceitos relativos a esses termos, como na pergunta: “*Se tivesse mais ingredientes daria essa mesma reação?*” (BF35P215). Nessa pergunta o termo “reação” foi utilizado para se referir à efervescência que ocorreu entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Na pergunta “*E se você fizer a mistura com água, o que dá?*” (BF8P28), o estudante utilizou o termo “mistura” para se referir à reação química, o que remete a linguagem utilizada por eles no cotidiano, sem a apropriação dos conceitos relacionados à palavra, pois quando adicionam vários materiais estão realizando uma mistura. O termo “reação química” foi citado em quatro perguntas, o que pode ser considerado significativo, pois os conceitos relacionados à química e especificamente às reações químicas, possivelmente, ainda não teriam sido estudados na escola. O termo “elemento” utilizado na pergunta “*Por que quando os elementos são misturados faz que o recipiente vazio apague a vela?*” (CF11P253), mostra que mesmo que os estudantes do EF fundamental utilizem termos próprios da Ciência, não compreendem o conceito relacionado ao termo.

### 5.3.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação à linguagem e à sua complexificação

Os termos relacionados à linguagem científica presente nas perguntas dos estudantes do EM foram categorizados e apresentados na Tabela 7.

A categoria com maior ocorrência de termos relacionados à linguagem científica foi *Termos relacionados às reações químicas*. No EM, nesta categoria, os termos mais utilizados pelos estudantes do EM foram “reação” (54) e “reação química” (26).

**Tabela 7: Termos relacionados à linguagem científica presente nas perguntas dos estudantes de 2º ano do EM**

| Categoria   | Termos científicos     | Frequência de citação pelos estudantes | Total de termos citados | % de termos citados |
|---|------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Termos relacionados às reações químicas<br>(19 termos – 58,0 %)     | Balancear              | 1                                      | 143                     | 59,3                |
|   | Borbulhou              | 2                                      |                         |                     |
|   | Efervescência          | 10                                     |                         |                     |
|   | Equação química        | 1                                      |                         |                     |
|   | Evidências da reação   | 8                                      |                         |                     |
|   | Fenômeno               | 1                                      |                         |                     |
|   | Ferveu                 | 3                                      |                         |                     |
|   | Mistura                | 7                                      |                         |                     |
|   | Pressão                | 1                                      |                         |                     |
|   | Processo               | 2                                      |                         |                     |
|   | Produto da reação      | 1                                      |                         |                     |
|   | Química                | 2                                      |                         |                     |
|   | Reação                 | 54                                     |                         |                     |
|   | Reação química         | 26                                     |                         |                     |
|   | Reagente               | 4                                      |                         |                     |
|   | Reagiu                 | 10                                     |                         |                     |
|   | Substância             | 7                                      |                         |                     |
|   | Tipo de reação química | 1                                      |                         |                     |
|   | Vapor                  | 2                                      |                         |                     |
| Termos relacionados às substâncias químicas<br>(11 termos – 33,0 %) | CO <sub>2</sub>        | 2                                      | 73                      | 30,3                |
|   | Densidade              | 1                                      |                         |                     |
|   | Elemento               | 6                                      |                         |                     |
|   | Elemento químico       | 1                                      |                         |                     |
|   | Fórmula                | 1                                      |                         |                     |
|   | Gás                    | 24                                     |                         |                     |
|   | Gás liberado           | 21                                     |                         |                     |
|   | Gasosa                 | 1                                      |                         |                     |
|   | Líquido                | 8                                      |                         |                     |
|   | O <sub>2</sub>         | 1                                      |                         |                     |
|   | Oxigênio               | 7                                      |                         |                     |
| Termos relacionados ao experimento<br>(3 termos – 9,0 %)            | Experimento            | 10                                     | 25                      | 10,4                |
|   | Garrafa PET            | 4                                      |                         |                     |
|   | Recipiente             | 11                                     |                         |                     |
| <b>Total de termos</b>  |                        | <b>241</b>                             | <b>241</b>              | <b>100,0</b>        |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Destaca-se que muitos estudantes utilizaram o termo “reação” para se referir à reação química, como mostra a pergunta: “No que o bicarbonato de sódio ajuda

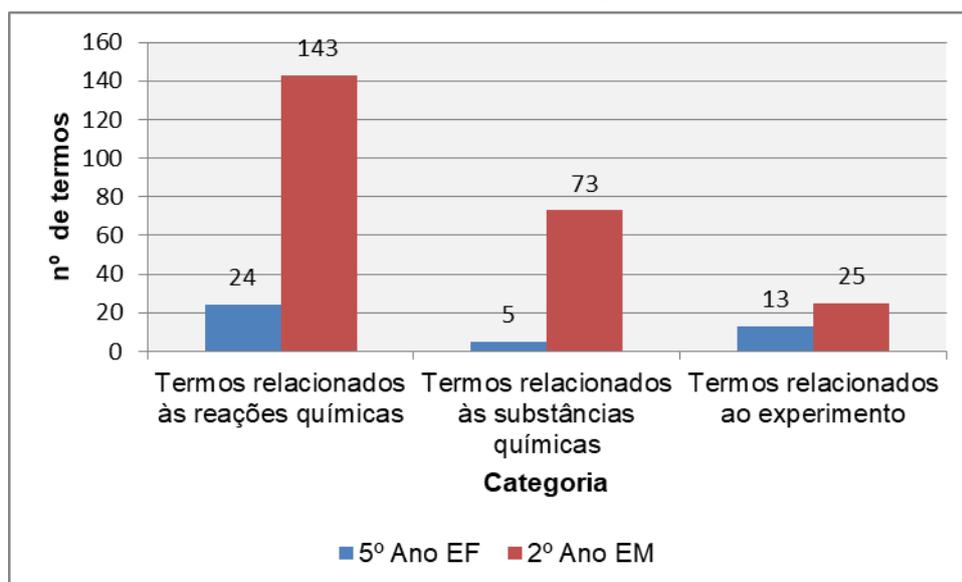
*nessa reação?*” (AM4P18). Também, os estudantes utilizaram fórmulas químicas para se referir às substâncias oxigênio e gás carbônico, como nas perguntas: “O fogo precisa de  $O_2$  e a reação produz outro gás que *“sufocou”* a vela?” (AM3P12); e “ $CO_2$  mais o outro gás que foi produzido não podem se juntar?” (DM16P195). Utilizar as fórmulas moleculares para se referir às substâncias químicas mostra que, nesse nível de escolaridade, os estudantes estão se apropriando da linguagem científica.

Outro elemento a destacar é que o fato de referirem termos científicos não significa que estão apropriados desses termos. Por exemplo, podem referir o termo ferver para a observação de uma efervescência, o que é uma falha conceitual, o que já foi tratado anteriormente.

### 5.3.3 Comparação das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do EM em relação à linguagem e à sua complexificação

A comparação entre as categorias referentes aos termos relacionados à linguagem científica citados nas perguntas dos estudantes dos dois níveis de escolaridade propiciou a elaboração de um gráfico apresentado na Figura 9.

**Figura 9: Gráfico da comparação entre as categorias referentes aos termos citados pelos estudantes de EF e EM relacionados à linguagem científica**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Em relação à Figura 9 pode-se destacar a diferença quanto ao número de termos presentes nas perguntas dos estudantes de EF e EM nas categorias. No EM, os estudantes apresentaram 241 termos relacionados à linguagem científica presente em 186 perguntas, o que representa que em algumas perguntas os estudantes utilizaram mais de um termo. Enquanto que no EF o número de termos utilizados foi relativamente menor, 42 termos presentes em 42 perguntas. Isso mostra que os estudantes de EM apresentam uma linguagem mais rica em termos de linguagem própria da Ciência, a linguagem científica, apesar de nem sempre terem significado claro dos termos.

Ainda que os estudantes do EF tenham mencionado menos termos de uma linguagem mais científica, eles se referiram aos fenômenos com as palavras que utilizam no seu cotidiano, o que remete a um vocabulário do senso comum. Nas perguntas a seguir, o objetivo da pergunta é o mesmo: *“Como que a fumaça da mistura apagou?”* (AF8P26); e *“Por que o gás que foi liberado da reação química de vinagre mais bicarbonato apaga a vela?”* (DM17P201). Nessas perguntas, é possível perceber o enriquecimento do vocabulário dos estudantes do EM ao falar do mesmo fenômeno, enquanto que no EF o estudante utilizou os termos fumaça e em outras perguntas aparecem os termos ar, vento e vapor, a maioria dos estudantes do EM utiliza o termo gás. Também, observa-se que o estudante do EM, ao formular a pergunta, dá significado adequado ao conceito de reação química, enquanto que no EF o estudante se refere à mistura. Também, nas perguntas *“Por que a mistura de bicarbonato e vinagre faz o líquido subir?”* (AF11P37) e *“Por que o vinagre em contato com o bicarbonato gera uma efervescência?”* (AM7P26), percebe-se a diferença em relação aos termos utilizados pelos estudantes nos dois níveis de ensino, pois para falar do fenômeno da efervescência, o estudante do EF se refere ao que de fato foi visualizado por ele, no caso o líquido subindo. A linguagem é mais concreta, mais descritiva, com presença menor de conceitos científicos.

Ao comparar os termos utilizados pelos estudantes nos dois níveis de escolaridade, observa-se também a quantidade de termos e fórmulas citados pelos estudantes do EM que não foram mencionados pelos estudantes do EF, tais como: “balancear”, “efervescência”, “CO<sub>2</sub>”, “densidade”, “elemento químico”, “equação”, “evidências da reação”, “fenômeno”, “fórmula”, “garrafa PET”, “gás liberado”, “gasosa”, “líquido”, “O<sub>2</sub>”, “oxigênio”, “processo”, “produto da reação”, “química”, “reagente”, “reagiu”, “tipo de reação” e “vapor”.

Conforme Bargalló (2005), para que os estudantes aprendam a linguagem científica é necessário que eles falem dos fenômenos da Ciência com as suas próprias palavras, de modo que essas palavras se modifiquem na medida em que novos conceitos vão sendo construídos. Esse processo de complexificação da linguagem foi observado na comparação entre as perguntas dos estudantes dos dois níveis de escolaridade, pois os estudantes do EM utilizaram mais termos associados à linguagem química e muitos se apropriaram de conceitos próprios da Ciência.

Nesse sentido, trabalhar as perguntas dos estudantes representa uma oportunidade de inserir os estudantes no discurso da Ciência. Além disso, atividades em sala de aula que considerem as perguntas dos estudantes podem auxiliá-los na identificação de suas dificuldades de aprendizagem, relacionadas à apropriação da linguagem científica, pois, ainda que, para alguns estudantes, a transição da linguagem do cotidiano para a científica é natural, para a maioria deles esse processo apresenta dificuldades, principalmente quanto a distinguir e utilizar os diferentes termos (BARGALLÓ, 2005). Também, as perguntas que os estudantes propõem na sala de aula podem permitir que o professor observe como se constitui socialmente o significado dos termos científicos (CAAMAÑO; BARGALLÓ; TORT, 2003).

#### **5.4 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos conhecimentos iniciais**

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes de acordo com os conhecimentos iniciais foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). Entende-se por conhecimentos iniciais ou prévios, aqueles presentes como pressupostos nas perguntas dos estudantes que revelam algum domínio conceitual. De certo modo, os conhecimentos iniciais presentes em perguntas mostram também interesses dos estudantes. Por exemplo, na pergunta “*O fogo precisa de O<sub>2</sub> e a reação produz outro gás que “sufocou” a vela?*”, o pressuposto é de que o O<sub>2</sub> (gás oxigênio) é necessário para existir fogo (chama), mas pode ter se formado outro gás que não possibilita (“sufocou” a vela) a formação da chama. Assim, nesta análise, são agrupados os pressupostos com significados próximos, em categorias e subcategorias, as quais são emergentes. A seguir, apresenta-se o resultado dessa análise.

### 5.4.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos conhecimentos iniciais

A partir da análise das perguntas dos estudantes de 5º ano do EF em relação aos conhecimentos iniciais foi possível elaborar a Tabela 8, que apresenta a descrição das categorias e subcategorias emergentes.

**Tabela 8: Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos conhecimentos iniciais**

| <b>Categoria</b>         | <b>Subcategoria</b>   | <b>Frequência de perguntas</b> | <b>Subtotal</b> | <b>%</b> |
|--------------------------|---|--------------------------------|-----------------|----------|
| Combustão da vela        | Qualidade dos reagentes pode interferir na extinção da chama da vela  | 1                              | 192             | 64,7     |
|                          | Recipiente onde foi realizada a reação química pode interferir na extinção da chama                             | 1                              |                 |          |
|                          | Alterações no procedimento do experimento podem interferir na extinção da chama da vela                         | 2                              |                 |          |
|                          | A composição dos reagentes tem influência na extinção da chama da vela  | 6                              |                 |          |
|                          | O gás que produzido pela reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio foi responsável pela extinção da chama | 6                              |                 |          |
|                          | Chama da vela foi extinta ao aproximar a garrafa PET  | 9                              |                 |          |
|                          | Alterações das quantidades dos reagentes da reação química podem interferir na extinção da chama da vela        | 13                             |                 |          |
|                          | Alterações dos reagentes da reação química podem interferir na extinção da chama da vela                        | 28                             |                 |          |
|                          | Chama da vela é extinta quando se utiliza vinagre e bicarbonato de sódio  | 42                             |                 |          |
|                          | Existem condições para que a reação de combustão cesse  | 84                             |                 |          |
| Transformação da matéria | Ocorreu uma transformação da matéria entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                                   | 6                              | 66              | 22,2     |
|                          | A composição dos reagentes tem influência na reação química   | 6                              |                 |          |
|                          | Ocorreu efervescência ao reagir o vinagre com o bicarbonato de sódio e o vinagre                                | 54                             |                 |          |
| Experimento              | O experimento tem uma finalidade  | 1                              | 18              | 6,1      |
|                          | Os experimentos podem ser perigosos   | 1                              |                 |          |
|                          | Existem diversos experimentos   | 3                              |                 |          |
|                          | O experimento pode ser reproduzido  | 6                              |                 |          |
|                          | São utilizados materiais para realizar o experimento  | 7                              |                 |          |
| Gases                    | Ocorreu a formação de um gás semelhante ao gás presente nos refrigerantes                                       | 1                              | 9               | 3,0      |
|                          | Ocorreu a transferência de gás de um recipiente para o outro  | 2                              |                 |          |
|                          | Um gás foi produzido na reação química  | 2                              |                 |          |

|                  |   |     |     |       |
|------------------|---|-----|-----|-------|
|                  | entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                            |     |     |       |
|                  | Algo ocorreu quando um recipiente é aproximado do outro             | 4   |     |       |
| Substâncias      | Existem substâncias inflamáveis                                     | 2   | 9   | 3,0   |
|                  | As substâncias possuem uma composição                               | 7   |     |       |
| Reações Químicas | Ocorreu uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio | 3   | 3   | 1,0   |
| TOTAL            |   | 297 | 297 | 100,0 |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados

Em relação à categoria *Combustão da vela*, na maioria das perguntas (84 das 192) os estudantes manifestaram que existem condições para que a reação de combustão cesse, ou seja, para que a chama da vela fosse extinta, como na pergunta: “*Por que a vela apagou?*” (BF40P141). Em outras perguntas, os estudantes afirmaram que a chama foi extinta quando se utilizou vinagre e bicarbonato de sódio, como na pergunta: “*Como pode ser possível que o vinagre e o bicarbonato fez a vela apagar?*” (BF63P218). Em outras perguntas, os estudantes associaram que o gás produzido na reação química pode ter sido o responsável pela extinção da chama da vela. Os estudantes também relacionaram a extinção da chama da vela com a aproximação da garrafa PET. Ainda, demonstraram conhecimento sobre o que pode interferir na extinção da chama da vela, como a qualidade dos reagentes utilizados e o recipiente onde foi realizada a reação química, a alteração dos reagentes e das suas quantidades, como, por exemplo, na pergunta: “*Se botássemos todo o vinagre e só um pouco de bicarbonato daria para apagar a vela?*” (B51P181).

Na categoria *Experimento*, os estudantes manifestaram conhecimento de que o experimento tem uma finalidade, pode ser perigoso, são necessários materiais para que possam ser realizados e que ele pode ser reproduzido.

Em relação à categoria *Gases*, em apenas duas perguntas os estudantes afirmaram que foi produzido um gás ao reagir o vinagre e o bicarbonato de sódio, em uma dessas perguntas, o estudante do 5º ano utilizou o termo “vento” para se referir ao gás. Em outras duas perguntas, os estudantes manifestaram conhecimento de que foi produzido um gás e esse foi transferido de um recipiente para o outro, como evidencia a pergunta: “*Como o vento passou de um litro para o outro?*” (CF67P258). Outros estudantes referiram nos pressupostos de suas perguntas que ocorreu algo ao aproximar os recipientes, mas não souberam explicar o que ocorreu, como mostra a pergunta: “*O que aconteceu quando botou uma garrafa perto da outra?*”

(CF69P236)”. Um estudante relacionou o gás produzido na reação química com o gás carbônico presente nos refrigerantes.

Na categoria *Substâncias*, alguns estudantes referem que as substâncias apresentam uma composição, como na pergunta: “*O que tem dentro do bicarbonato de sódio?*” (BF48P171). Também, em duas perguntas, os estudantes manifestaram que algumas substâncias podem ser inflamáveis, como manifestado na pergunta: “*O vinagre é inflamável?*” (BF53P189).

Em relação à categoria *Transformações da matéria*, em 54 perguntas os estudantes manifestaram que ocorreu efervescência ao reagir o vinagre com o bicarbonato de sódio, porém, sem usar esse termo. Os estudantes utilizaram a linguagem do cotidiano para expressar esse fenômeno, como se pode observar nas perguntas a seguir: “*Como o bicarbonato de sódio e o vinagre fizeram a espuma?*” (BF41P147); “*Por que o líquido começou a borbulhar?*” (BF52P184); e “*Por que saiu uma fumaça, quando juntou vinagre com bicarbonato de sódio?*” (BF64P220). Alguns estudantes manifestaram conhecimento sobre a influência da composição dos reagentes na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, como mostra a pergunta: “*Qual o papel do bicarbonato de sódio na experiência?*” (AF17P64). Em três perguntas, os estudantes citaram o termo “*reação química*” ao referirem-se ao fenômeno ocorrido entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, e em outras seis perguntas, os estudantes não souberam definir o fenômeno, como na pergunta: “*O que aconteceu com a mistura de bicarbonato de sódio e vinagre?*” (AF22P81).

Referente à categoria *Reações químicas*, em três perguntas os estudantes manifestaram conhecimento de que ocorreu uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, o que mostra um início da apropriação desses conceitos, pois conceitos como esse são pouco trabalhados nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Assim, em geral, está implícito algum conhecimento dos estudantes associado ao fenômeno, mas é evidente a dúvida sobre como e por que ele ocorre.

### 5.4.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos conhecimentos iniciais

A análise das perguntas dos estudantes de EM, em relação aos conhecimentos iniciais, propiciou a elaboração da Tabela 9, que apresenta a descrição das categorias e subcategorias emergentes.

**Tabela 9: Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação aos conhecimentos iniciais.**

| <b>Categoria</b>                                       | <b>Subcategoria</b>  | <b>Frequência de perguntas</b> | <b>Subtotal</b> | <b>%</b> |
|--|--|--------------------------------|-----------------|----------|
| Combustão da vela                                      | Alterações das quantidades dos reagentes da reação química podem interferir na extinção da chama da vela | 1                              | 139             | 45,4     |
|  | Para ter fogo é necessário oxigênio  | 5                              |                 |          |
|  | Recipiente onde foi realizada a reação química pode interferir na extinção da chama                      | 7                              |                 |          |
|  | Alterações dos reagentes da reação química podem interferir na extinção da chama da vela                 | 10                             |                 |          |
|  | O gás produzido foi responsável pela extinção da chama   | 20                             |                 |          |
|  | A reação química foi responsável pela extinção da chama  | 23                             |                 |          |
| Existem condições para que a reação de combustão cesse | 73   |                                |                 |          |
| Reações químicas                                       | A reação química é representada por uma equação química  | 1                              | 121             | 39,5     |
|  | Existem vários tipos de reações químicas   | 2                              |                 |          |
|  | As reações químicas produzem novas substâncias   | 4                              |                 |          |
|  | A composição dos reagentes tem influência na reação química  | 5                              |                 |          |
|  | Existem evidências que comprovam a ocorrência de uma reação química                                      | 6                              |                 |          |
|  | Alterando os reagentes de uma reação química os produtos também podem ser alterados                      | 21                             |                 |          |
|  | Ocorreu efervescência na reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre                                 | 21                             |                 |          |
|  | Existem condições para que ocorra uma reação química   | 23                             |                 |          |
|  | Ocorreu uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                                      | 38                             |                 |          |
| Gases  | Os gases possuem diferença de densidade  | 1                              | 30              | 9,8      |
|  | Um gás foi produzido na reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                          | 29                             |                 |          |

|                           |  |     |     |       |
|---------------------------|--|-----|-----|-------|
| Experimento               | Os experimentos têm uma finalidade                 | 7   | 7   | 2,3   |
| Transformações da matéria | Ocorreu uma transformação da matéria               | 7   | 7   | 2,3   |
| Substâncias               | Substâncias químicas podem ter diversas aplicações | 1   | 2   | 0,7   |
|                           | Substâncias químicas podem ser nocivas à saúde     | 1   |     |       |
| Total                     | ---  | 306 | 306 | 100,0 |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Na categoria *Combustão da vela*, os estudantes manifestam conhecimento sobre as condições que existem para que a reação de combustão cesse, como mostra a pergunta: “*Por que a vela apagou?*” (AM6P21). Também, afirmam que a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio foi responsável pela extinção da chama da vela. Isso significa que esses estudantes acreditam que o gás produzido na reação química extinguiu a chama da vela. Em cinco perguntas, os estudantes manifestam conhecimento de que para que ocorra a reação de combustão é necessário um comburente, como o oxigênio, o que é evidenciado na pergunta: “*O fogo precisa de O<sub>2</sub> e a reação produz outro gás que “sufocou” a vela?*” (AM3P12). Em outras perguntas, os estudantes demonstram conhecimento sobre o que pode interferir na extinção da chama da vela, como a alteração dos reagentes e de suas quantidades e também o recipiente onde foi realizada a reação química.

Em relação à categoria *Reações químicas*, os estudantes mostram conhecimento de que aconteceu uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, que existem evidências que mostram que ocorreu uma reação química e que ocorreu efervescência na reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre. Também manifestam conhecimento de que, alterando os reagentes de uma reação química, os produtos também podem ser alterados, que a composição dos reagentes tem influência na reação química, que as reações químicas produzem novas substâncias, que existem vários tipos de reações químicas e que a reação química é representada por uma equação química.

Na categoria *Gases*, em 29 perguntas, os estudantes demonstram ter conhecimento de que um gás foi produzido na reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Em uma pergunta: “*A densidade do gás liberado pelo bicarbonato e vinagre é mais denso que o oxigênio?*” (D37P259). O estudante relacionou que os gases possuem diferença de densidade, pois isso é possível inferir, observando o experimento.

Em relação à categoria *Experimento*, os estudantes manifestam que o experimento apresentou uma finalidade, porém denotam interesse em saber que finalidade foi essa.

Na categoria *Transformação da matéria* os estudantes afirmam que ocorreu uma transformação da matéria, porém não citam que foi uma reação química, se referindo apenas a uma reação, como na pergunta “Por que o bicarbonato em contato com o vinagre teve aquela reação?” (D22P214).

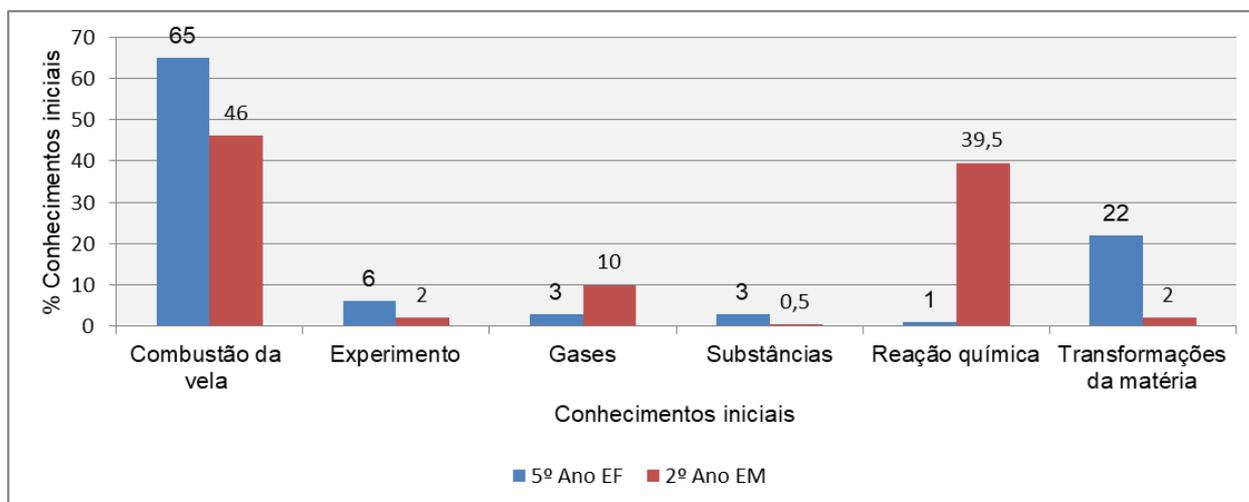
Referente à categoria *Substâncias*, os estudantes demonstram conhecimentos de que as substâncias químicas podem ser nocivas à saúde e que elas podem ter diversas aplicações.

Portanto, é mais evidente nas perguntas de EM, do que nas do EF, certo domínio conceitual, o que está presente como pressupostos das perguntas dos estudantes.

#### 5.4.3 Comparação entre os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio

A partir da comparação entre os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do EF e de 2º ano do EM foi possível a elaboração de um gráfico apresentado na Figura 10.

**Figura 10: Gráfico da comparação entre os conhecimentos iniciais presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio.**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Os estudantes de 5º ano do EF propõem mais perguntas sobre a combustão da vela do que os estudantes de 2º ano do EM. Nessas perguntas estão contidos pressupostos sobre a ideia de que as mudanças dos procedimentos e materiais utilizados nos experimentos podem alterar o resultado do experimento, no caso, a extinção da chama da vela. Mais estudantes de EM mostram algum domínio sobre a ocorrência de uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Essa reação produziu um gás que foi responsável pela extinção da chama da vela. Alguns estudantes de EM manifestam conhecimento em relação à reação de combustão, afirmando que para que tenha fogo é necessário oxigênio, o que não ocorre nas perguntas dos estudantes de 5º ano do EF.

Em relação à categoria *Experimento*, os estudantes de 5º ano expressam mais conhecimentos sobre a finalidade do experimento, os materiais utilizados, a possibilidade de reproduzir o experimento em casa, há perigos que podem existir ao realizar-se o experimento. No EM, os estudantes manifestam conhecimento também sobre a finalidade do experimento.

Referente à categoria *Gases*, 29 estudantes do EM mostram algum domínio de que a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio produziu um gás, enquanto que no EF somente três estudantes manifestam esse conhecimento. No EF, os estudantes manifestam conhecimento de que ocorre algo quando um recipiente é aproximado do outro, alguns afirmaram que ocorreu a transferência de um gás de um recipiente para o outro.

Sobre a categoria *Substâncias*, mais estudantes do EF manifestam conhecimento de que algumas delas podem ser inflamáveis e de que as substâncias químicas possuem uma composição, essas perguntas estavam relacionadas à composição do bicarbonato de sódio, pois a maioria dos estudantes do 5º ano do EF desconhecia essa substância. Isso não ocorre no EM, pois muitos estudantes já conheciam esse sal.

Na categoria *Reações químicas*, a predominância dos conhecimentos foi dos estudantes de EM, manifestando conhecimento de que ocorreu uma reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio e que essa reação produziu efervescência. Também demonstram ter algum conhecimento sobre esse conteúdo, ao afirmarem que as reações químicas produzem novas substâncias, dependendo da quantidade e dos reagentes utilizados podem ocorrer alterações nas substâncias que são formadas, existem evidências que demonstram que ocorreu uma reação química e

que a mesma pode ser representada por uma equação química. O que não ocorreu nas perguntas dos estudantes do EF, pois os estudantes não estavam apropriados dos conceitos relacionados a esses conteúdos. No entanto, três estudantes do EF utilizaram o termo reação química, o que mostra um início da apropriação dos conceitos químicos pelos estudantes de EF, pois geralmente esses conceitos são pouco estudados nos anos iniciais do EF.

Referente à categoria *Transformações da matéria*, mais estudantes no EF demonstraram conhecimento de que ocorreu uma transformação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, possivelmente por não saberem que ocorreu uma reação química, atribuíram esse fenômeno aos aspectos visuais que eles constataram, como a efervescência produzida pela reação química.

O fato dos estudantes de EM manifestarem mais conhecimentos iniciais sobre as reações químicas e os gases, com perguntas relacionadas aos aspectos microscópicos dos fenômenos observados, evidencia que eles estão mais apropriados dos conhecimentos científicos em relação a esse tema que os estudantes do EF, o que é esperado, pois no 2º ano os estudantes já trabalharam esses conteúdos. No EF, os estudantes não estão apropriados dos conceitos relacionados química, pois possivelmente não foram estudados. Ao não estarem apropriados desses conceitos, seus conhecimentos iniciais estavam voltados a questões mais concretas dos fenômenos observados, como os motivos para a chama da vela ter sido extinta e de ter ocorrido a efervescência na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, o que remete aos aspectos macroscópicos dos fenômenos observados.

### **5.5 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação aos interesses**

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes em relação aos interesses foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). Na sequência apresenta-se o resultado dessas análises.

### 5.5.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação aos interesses

A análise das perguntas dos estudantes de EF em relação aos interesses propiciou a elaboração da Tabela 10, que aborda as categorias e subcategorias emergentes.

**Tabela 10: Categorização das perguntas de estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação aos interesses.**

| <b>Categoria</b>  | <b>Subcategoria</b>  | <b>Frequência de perguntas</b> | <b>Subtotal</b> | <b>%</b>     |
|-------------------|--|--------------------------------|-----------------|--------------|
| Combustão da vela | Gás produzido na reação química causou a extinção da chama da vela                         | 5                              | 185             | 62,3         |
|                   | Motivos para a extinção da chama da vela   | 95                             |                 |              |
|                   | O vinagre e o bicarbonato de sódio foram os responsáveis pela extinção da chama da vela    | 23                             |                 |              |
|                   | Procedimento para a realização do experimento pode interferir na extinção da chama da vela | 1                              |                 |              |
|                   | Reagentes utilizados na reação podem interferir na extinção da chama da vela               | 61                             |                 |              |
| Reações Químicas  | Condição para que ocorra reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio           | 8                              | 67              | 22,6         |
|                   | Efervescência resultante da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                | 44                             |                 |              |
|                   | Como ocorre uma explosão   | 4                              |                 |              |
|                   | Interferência dos reagentes em uma reação química  | 7                              |                 |              |
|                   | Nome da reação química   | 4                              |                 |              |
| Experimento       | Finalidade do experimento  | 1                              | 22              | 7,4          |
|                   | Outros experimentos  | 1                              |                 |              |
|                   | Nome do experimento  | 1                              |                 |              |
|                   | Periculosidade do experimento  | 1                              |                 |              |
|                   | Resultado do experimento   | 1                              |                 |              |
|                   | Materiais utilizados   | 3                              |                 |              |
|                   | Procedimento para a realização do experimento  | 14                             |                 |              |
| Substâncias       | Definição e composição do bicarbonato de sódio   | 7                              | 12              | 4,0          |
|                   | Diferenças entre o bicarbonato de sódio, vinagre e água                                    | 5                              |                 |              |
| Gases             | Transferência do gás produzido de um recipiente para outro                                 | 8                              | 11              | 3,7          |
|                   | Gás produzido na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                           | 3                              |                 |              |
| <b>TOTAL</b>      | ---  | <b>297</b>                     | <b>297</b>      | <b>100,0</b> |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Em suas perguntas, os estudantes de EF manifestaram maior interesse pelo fenômeno da combustão da vela, principalmente sobre os motivos para extinção da chama da vela, o que esteve presente em 95 perguntas, tais como: “Por que a vela apaga?” (AF5P16). Em outras perguntas os estudantes desejavam compreender o papel do bicarbonato e do vinagre nesse fenômeno e descobrir o que pode influenciar na extinção da chama da vela.

Em relação à categoria *Experimento*, os estudantes desejavam saber a finalidade do experimento, o procedimento para a realização do mesmo, se poderia ser reproduzido em casa e se apresentava algum perigo ao realizá-lo.

Sobre a categoria *Gases*, os estudantes apresentaram interesse em relação aos motivos da formação de gás a partir da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, como na pergunta: “*Como que o bicarbonato de sódio faz o vento?*” (AF23P87). Também demonstraram interesse em saber como que o gás foi transferido de um recipiente para o outro, como mostra a pergunta: “*Como o vento passou de um litro para o outro?*” (CF77P258). É importante destacar que os estudantes do EF, ao se referirem ao gás produzido na reação, não utilizam a palavra gás, mas outros termos como “vento”, “fumaça” e ar.

Em relação à categoria *Reação química*, o maior interesse foi em relação aos motivos de ter ocorrido efervescência ao reagir o bicarbonato de sódio com o vinagre. Para demonstrar esse interesse, os estudantes do EF não utilizaram a palavra efervescência, possivelmente porque esse termo ainda não faz parte da sua linguagem, se referiram ao fenômeno de diversos modos, como mostram as perguntas: “*Por que o vinagre borbulhou quando você botou bicarbonato?*” (CF20P287); “*Por que aconteceu a explosão com bicarbonato e vinagre?*” (AF3P8) e “*Mas como o bicarbonato de sódio e o vinagre se misturam e sai o ar deles?*” (AF10P33). Também demonstraram interesse em saber quais são as condições para que essa reação química ocorra, como os reagentes interferem na reação, qual o nome da reação e como ocorre uma explosão.

Sobre a categoria *Substância*, os estudantes demonstraram interesse em saber a definição e a composição da substância bicarbonato de sódio, possivelmente porque não conheciam essa substância. Também queriam saber sobre as diferenças entre algumas substâncias, como o vinagre, água e bicarbonato de sódio.

### 5.5.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação aos interesses

A análise das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio possibilitou a elaboração da Tabela 11, que apresenta as categorias e subcategorias emergentes.

**Tabela 11: Categorização das perguntas de estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação aos interesses**

| <b>Categoria</b>  | <b>Subcategoria</b>   | <b>Frequência de perguntas</b> | <b>Subtotal</b> | <b>%</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|-----------------|----------|
| Experimento       | Elaboração do experimento   | 2                              | 10              | 3,2      |
|                   | Finalidade do experimento   | 7                              |                 |          |
|                   | Procedimento para a realização do experimento                                       | 1                              |                 |          |
| Gases             | Densidade dos gases   | 1                              | 36              | 11,8     |
|                   | Efeito do gás produzido no organismo humano   | 3                              |                 |          |
|                   | Mistura de gases  | 2                              |                 |          |
|                   | Nome do gás produzido na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio            | 28                             |                 |          |
|                   | Modos de produção de gás  | 1                              |                 |          |
|                   | Velocidade da liberação de gases em uma reação química                              | 1                              |                 |          |
| Combustão da vela | A falta de oxigênio fez com que a reação de combustão cesse                         | 4                              | 133             | 43,5     |
|                   | Gás produzido na reação química que causou a extinção da chama da vela              | 13                             |                 |          |
|                   | Motivos para a extinção da chama da vela  | 70                             |                 |          |
|                   | Reação química causou a extinção da chama da vela                                   | 23                             |                 |          |
|                   | Reagentes utilizados na reação podem interferir na extinção da chama da vela        | 13                             |                 |          |
|                   | Recipientes utilizados no experimento podem interferir na extinção da chama da vela | 10                             |                 |          |
| Reações químicas  | Condição para que ocorra reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio    | 32                             | 127             | 41,5     |
|                   | Efervescência resultante da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio         | 20                             |                 |          |
|                   | Evidências de que ocorreu uma reação química  | 6                              |                 |          |
|                   | Interferência dos reagentes em uma reação química                                   | 21                             |                 |          |
|                   | Nome da reação química  | 31                             |                 |          |

|       |   |     |     |       |
|-------|---|-----|-----|-------|
|       | Produto da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio                                | 7   |     |       |
|       | Periculosidade da reação química  | 1   |     |       |
|       | Representação da reação química por uma equação   | 1   |     |       |
|       | Tipo de reações químicas  | 2   |     |       |
|       | Transformações da matéria   | 3   |     |       |
|       | Aplicabilidade dos reagentes e da reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio | 3   |     |       |
| TOTAL | ---   | 306 | 306 | 100,0 |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Referente à categoria *Combustão da vela*, os estudantes de EM demonstraram maior interesse pela combustão da vela, sobre os motivos para a extinção da chama da vela, como a reação química foi responsável pelo fenômeno, se a falta de oxigênio faz com que a reação de combustão cesse e se o gás produzido na reação foi o que causou a extinção da chama da vela. Também manifestaram interesse se os reagentes utilizados e os recipientes utilizados no experimento interferem na extinção da chama da vela.

Na categoria *Reações químicas*, os estudantes manifestam maior interesse pelas condições para que ocorra a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, seguido do nome dessa reação, como os reagentes utilizados podem interferir na reação química e os motivos porque ocorre a efervescência nessa reação. Em outras perguntas os estudantes demonstraram interesse em saber aplicabilidade dos reagentes e da reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, qual o produto dessa reação, qual a equação química que representa essa reação, se ela é perigosa, os tipos de reações químicas e também sobre as também sobre as transformações da matéria.

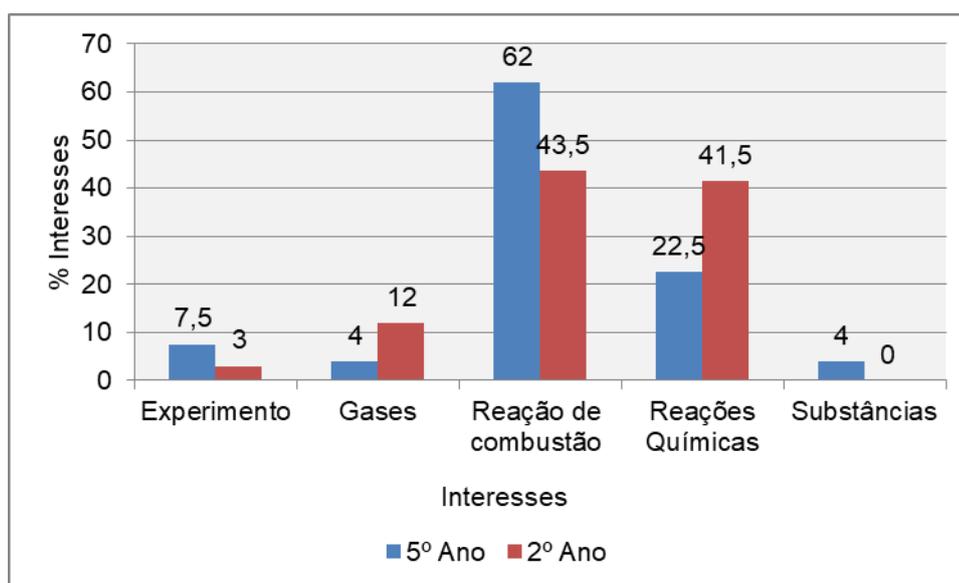
Em relação à categoria *Gases*, o maior interesse foi pelo nome do gás produzido na reação do vinagre e do bicarbonato de sódio. Também manifestaram interesse sobre a densidade dos gases, a velocidade da liberação do gás na reação química, a mistura de gases e também sobre como os gases podem ser produzidos.

Sobre a categoria *Experimento*, os estudantes desejavam saber como o experimento foi elaborado, qual a finalidade desse experimento e sobre o procedimento para sua realização.

### 5.5.3 Comparação entre os interesses presentes nas perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio

A comparação entre os interesses dos estudantes de EF e EM propiciou a elaboração de um gráfico apresentado na Figura 11.

Figura 11: Gráfico da comparação entre os interesses presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

Em relação à categoria *Reação de combustão*, os estudantes do EF demonstraram maior interesse em saber os motivos da extinção da chama da vela e se os reagentes e o procedimento utilizado podem interferir no resultado do experimento. Alguns estudantes desejavam saber se o bicarbonato de sódio e o vinagre ocasionaram a extinção da chama da vela. Outros estudantes queriam saber se o gás produzido foi o responsável. No EM, mais estudantes demonstraram interesse sobre o gás produzido na reação química, alguns queriam saber se a chama da vela foi extinta por falta de oxigênio, o que não ocorreu no EF. Os estudantes de EM também demonstraram interesse em saber de que modo os reagentes e os recipientes podem interferir no resultado do experimento.

Na categoria *Reações químicas* os estudantes de EM manifestaram maior interesse, possivelmente porque esse conteúdo geralmente é estudado no 2º do EM na disciplina. No EF, em geral, os conceitos químicos são pouco estudados na disciplina de Ciências. Ainda que os estudantes do EF tenham se apropriado pouco

desses conceitos, em razão de ainda não os terem estudado na escola, quatro estudantes manifestaram interesse pelo nome da reação química. No EF, o maior interesse foi em relação aos motivos de ter ocorrido efervescência, também demonstraram interesse nas condições para que ocorra a reação e como ocorre uma “explosão”. No EM, o maior interesse foi pelo nome da reação, seguido das condições para que ocorra a reação química entre o vinagre e o bicarbonato, o que pode interferir na reação e os motivos de ter ocorrido a efervescência. Também, os estudantes do EM demonstraram interesses que os estudantes do EF não apresentaram, como as evidências de que ocorreu uma reação química, os tipos de reações químicas que existem, o produto, a periculosidade da reação e a aplicabilidade dos reagentes e da reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio.

Referente à categoria *Gases*, os estudantes do EM demonstraram maior interesse que no EF, pois desejavam saber o nome do gás produzido pela reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. No EF, apenas três estudantes manifestaram interesses pelo gás produzido, outros oito estudantes queriam saber como o gás produzido foi transferido de um recipiente para o outro. Também nessa categoria, os estudantes do EM demonstraram interesses que os estudantes do EF não manifestaram, como a densidade dos gases.

A categoria *Substâncias* emergiu apenas no EF, estava relacionada com a composição das substâncias que foram utilizadas no experimento e as diferenças entre elas, principalmente sobre o bicarbonato de sódio, possivelmente porque não tinham conhecimento sobre essa substância.

Em relação à categoria *Experimento*, o maior interesse foi dos estudantes do EF, principalmente quanto à realização do experimento, pois queriam saber se poderiam fazer o experimento em casa para mostrar aos pais.

Em ambos os níveis de escolaridades, os interesses dos estudantes são semelhantes, porém pode-se destacar que o interesse dos estudantes pelas reações químicas e pelos gases aumenta com o nível de escolaridade. No EF, os interesses dos estudantes estão mais voltados para os elementos macroscópicos, fenômenos concretos que eles observaram, como a chama da vela sendo extinta. No EM, os estudantes manifestaram interesses mais específicos sobre a reação química ocorrida entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, o que remete mais aos elementos microscópicos dos fenômenos observados. Portanto, a análise dos interesses dos

estudantes manifestados por meio das perguntas, possibilita afirmar que ocorreu a complexificação do conhecimento, na medida em que a escolaridade aumentou.

## 5.6 Caracterização e comparação das perguntas dos estudantes em relação à complexidade e a interdisciplinaridade

A caracterização e a comparação das perguntas dos estudantes em relação à complexidade e a interdisciplinaridade foram realizadas por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). A seguir apresenta-se o resultado dessas análises.

### 5.6.1 Caracterização das perguntas dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental em relação à complexidade e a interdisciplinaridade

A caracterização das perguntas dos estudantes em relação à complexidade e a interdisciplinaridade foram realizadas conforme Thomaz e Ramos (2017). As perguntas não complexas relacionam-se diretamente ao objeto de estudo, no caso os fenômenos observados, como a extinção da chama da vela e a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio. Essas perguntas não permitiam realizar associações e comparações com outras áreas do conhecimento. As perguntas de baixa complexidade englobaram as perguntas que estavam relacionadas a apenas uma área do conhecimento, no caso a Ciência. Por último, as perguntas de alta complexidade se referiram aos questionamentos em que, no pressuposto da pergunta, estavam presentes conhecimentos de mais de uma área do conhecimento. A categorização *a priori* das perguntas dos estudantes do EM está descrita na Tabela 12.

**Tabela 12: Categorização das perguntas dos estudantes de 5º Ano do Ensino Fundamental em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.**

| <b>Categorias</b>               | <b>Frequência</b> | <b>Frequência porcentual</b> |
|---------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Perguntas não complexas         | 110               | 37,0                         |
| Perguntas de baixa complexidade | 184               | 62,0                         |
| Perguntas de alta complexidade  | 3                 | 1,0                          |
| Total                           | 297               | 100,0                        |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

A categoria *Perguntas não complexas*, com 110 perguntas (37,0 %) englobou as perguntas que estavam associadas diretamente aos fenômenos observados, sem associá-los com outras áreas do conhecimento. Isso ficou evidenciado em perguntas como: “*Como a vela apagou*” (CF26P296); e “*O que tem dentro do vinagre?*” (BF21P170). Esses questionamentos também não estavam relacionados a situações da realidade dos estudantes, o que demonstra que eles não relacionaram as perguntas a situações de fora do contexto escolar.

A segunda categoria, *Perguntas de baixa complexidade*, com ocorrência de 184 perguntas (62,0 %), reuniu as questões referentes a uma área do conhecimento, no caso as Ciências. Essas perguntas apresentaram relações entre os conceitos dessa disciplina, como mostra a pergunta: “*Qual a diferença entre o vinagre, a água e o bicarbonato?*” (CF13P260). Nessa questão o estudante entende que a água, o vinagre e o bicarbonato de sódio, que são substâncias químicas (conceito químico) apresentam diferenças, como as diferenças de propriedades químicas e físicas (conceito químico).

A categoria *Perguntas de alta complexidade*, com ocorrência três perguntas (1,0 %), englobou as perguntas que estavam relacionadas a outras áreas do conhecimento além da Ciência, como na pergunta: “*Por que fica parecendo um vulcão?*” (AF14P53). Nessa pergunta, o estudante relacionou fenômeno da efervescência que ocorreu na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio (conceito químico) com o fenômeno da erupção vulcânica, que também pode ser abordado na disciplina de Geografia, mesmo que não tenha relação, o que é o caso.

A maioria das perguntas dos estudantes do EF apresentou baixa complexidade, apesar dessas perguntas apresentarem diferentes relações entre os conceitos, essas relações estavam dirigidas a apenas uma área do conhecimento. Pode ter contribuído para esse resultado e, conseqüentemente, limitado os estudantes a proporem perguntas de maior complexidade o fato de as perguntas terem sido formuladas em relação a um fenômeno específico, no caso a extinção da vela por ação do gás carbônico.

### 5.6.2 Caracterização das perguntas dos estudantes de 2º ano do Ensino Médio em relação à complexidade e a interdisciplinaridade

Assim como as perguntas dos estudantes do EF, os questionamentos dos estudantes do EM foram agrupados em categorias *a priori* apresentadas na Tabela 13.

**Tabela 13: Categorização das perguntas dos estudantes de 2º Ano do Ensino Médio em relação à complexidade e a interdisciplinaridade.**

| <b>Categorias</b>               | <b>Frequência</b> | <b>Frequência porcentual</b> |
|---------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Perguntas não complexas         | 62                | 20,2                         |
| Perguntas de baixa complexidade | 241               | 78,8                         |
| Perguntas de alta complexidade  | 3                 | 1,0                          |
| Total                           | 306               | 100,0                        |

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados.

A categoria *Perguntas não complexas*, com 62 perguntas (20,2%), reuniu as perguntas relacionadas com os fenômenos observados, sem relacioná-los com outros conceitos da disciplina e nem a outras áreas do conhecimento, como se pode observar na pergunta: “*O que acontece com o vinagre e o bicarbonato?*” (DM30P239).

A categoria *Perguntas de baixa complexidade* com ocorrência de 241 perguntas (78,8 %) englobou perguntas que apresentaram relações entre conceitos relativos à disciplina de química. Como na pergunta: “*O fogo precisa de O<sub>2</sub> e a reação produz outro gás que "sufocou" a vela?*” (AM3P12), que relaciona o conceito de combustão (conceito) químico com o produto da reação química observada no experimento (conceito químico).

A categoria *Perguntas de alta complexidade* apresentou apenas três perguntas (1,0 %), essas perguntas relacionaram-se com outras disciplinas além da Química, como a Biologia, como mostra a pergunta “*O gás pode causar algum malefício ao organismo? De que jeito?*” AM39P127.

Ainda que a maioria das perguntas dos estudantes de EM tenha apresentado relações entre uma mesma área do conhecimento, essas relações não se estenderam para outras áreas, o que fez com o número de perguntas complexas dos estudantes do EM fosse baixa. O fato de ter sido solicitado aos estudantes que propusessem perguntas sobre o experimento, um fenômeno específico, pode ter

limitado à capacidade dos estudantes de relacionarem os conceitos envolvidos no fenômeno com outras áreas do conhecimento.

### **5.6.3 Comparação em relação à complexidade e a interdisciplinaridade presentes nas perguntas dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º ano do Ensino Médio**

Em ambos os níveis de escolaridade os estudantes propuseram poucas perguntas de alta complexidade. Pode ter contribuído para esse resultado o fato dos estudantes terem se limitado ao fenômeno observado por eles, no caso a extinção da chama da vela por ação do gás carbônico. Por ser um fenômeno que se relaciona a diversos conceitos da área da Química, os estudantes ficaram centrados nesses conceitos, o que pode restringir a possibilidade de fazer relações complexas e interdisciplinares. Ainda que a categoria *Perguntas de alta complexidade tenha* apresentado baixa incidência no EF e no EM, observa-se que o número de perguntas não complexas diminuiu e o número de perguntas de baixa complexidade aumentou no EM. Isso mostra que ocorreu a complexificação do pensamento dos estudantes com o aumento da escolaridade, pois os estudantes de EM conseguiriam estabelecer mais relações entre os conceitos de uma mesma área do conhecimento.

### **5.7. Análise de depoimentos dos estudantes sobre a proposição de perguntas nas aulas**

Depoimentos sobre a proposição de perguntas nas aulas foram colhidos dos estudantes por meio de um questionário (Apêndice B). Nesse questionário constam as seguintes perguntas: 1. Quem propõe mais perguntas durante as aulas, os professores ou os estudantes? Por quê? 2. Como você se sente propondo perguntas em sala de aula? 3. Qual a importância de o professor incentivar os estudantes a perguntar em sala de aula?

A análise das respostas ao questionário aplicado aos estudantes foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2013). A seguir apresenta-se o resultado dessa análise.

### 5.7.1 Análise de depoimentos dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental sobre as perguntas nas aulas

A análise das respostas ao questionário aplicado aos estudantes de 5º ano do EF, quanto à **proposição de perguntas** durante as aulas, gerou 90 unidades de sentido, as quais deram origem a duas categorias: *Estudantes propõem mais perguntas durante as aulas* (74 unidades de sentido); e *Professores propõem mais perguntas durante as aulas* (18 unidades de sentido). Isso mostra, de antemão, que os estudantes do EF percebem que eles fazem mais perguntas do que os professores em sala de aula.

Os estudantes do 5º ano do EF afirmam, em sua maioria, que propõem mais perguntas durante as aulas para solicitar esclarecimentos sobre algo que não foi compreendido (31 estudantes). As dúvidas dos estudantes, em geral, estão relacionadas aos conteúdos não compreendidos que o professor explicou em aula. Os estudantes também relataram que perguntam quando desejam mais explicações sobre os assuntos estudados em sala de aula.

Esses estudantes também afirmam que outras perguntas estão relacionadas às dúvidas sobre como fazer as atividades propostas pelo professor, pois muitas vezes não entendem o que o professor solicita que eles façam. Segundo Sanmartí e Bargallo (2012), nas aulas tradicionais é aplicado um contrato didático, no qual o professor que ensina é quem propõem as perguntas, enquanto que os estudantes que aprendem necessitam respondê-las. Quando isso ocorre, as perguntas dos estudantes servem somente para solicitar esclarecimentos de algo que não foi compreendido, como mostram os depoimentos: “*Os estudantes, porque a gente tem dúvida sobre a aula ou matéria e faz muitas perguntas*” (BF05); “*Estudante porque não sabemos ou lembramos da matéria*” (BF03); e “*Os estudantes, quando têm dúvidas muito grandes e precisam de uma resposta, uma explicação*” (AF12).

Os estudantes também referiram que perguntam porque possuem menos conhecimento: “*O estudante, porque nós temos mais dúvidas do que os professores porque eles já sabem mais do que os estudantes*” (BF12); “*Os estudantes, porque os professores já passaram por todas as turmas e sabem melhor que a gente*” (BF31). Ficou evidente nos depoimentos dos estudantes como alguns acreditam que o professor é o detentor do conhecimento, enquanto que o estudante não. Assim, o

estudante que não sabe pergunta ao professor que possui o conhecimento, o que remete a uma concepção de *educação bancária* (FREIRE, 1996).

A relação da pergunta com o interesse em aprender foi observada nos depoimentos dos estudantes de 5º ano do EF, ao relatarem que perguntam porque têm interesse em aprender: “*Os estudantes, porque a gente pede para saber mais sobre as coisas que a gente aprende*” (BF36); “*Estudantes, porque é importante para nós aprendermos. Uma pergunta ajuda muito*” (AF25). O interesse do estudante é motivado pelas curiosidades e a pergunta é um meio de demonstrar esse interesse. Segundo SOUZA (2006, p. 111), “cada vez que o aluno ousa questionar a sua mente abre-se para a aprendizagem e esta é uma abertura perfeita para o ensino”. Zabala (2010) considera que quando a aula é organizada em torno das perguntas dos estudantes, o significado da aprendizagem é evidente para eles, pois “[...] o que se aprende sempre é o resultado da resposta às perguntas que se fazem” (ZABALA, 2010, p. 73).

Poucos estudantes do 5º ano do EF relataram que os professores propõem mais perguntas durante as aulas (18 estudantes). Para esses estudantes, na maioria das vezes, quando o professor pergunta é para verificar se o estudante aprendeu, conforme os enunciados: “*Os professores, porque eles perguntam bastante sobre o que a gente sabe, se a gente entende as coisas que eles ensinam e etc.*” (CF15). Nesse sentido, as perguntas dos professores servem para avaliar o estudante: “O professor pergunta para diagnosticar, para saber sobre o que o aluno sabe [...]” (MORAES, RAMOS, GALIAZZI, 2004, p. 98).

Ficou evidente pelas manifestações dos estudantes como eles ainda participam de um ensino tradicional, em que o professor pergunta, esperando uma resposta pronta, que posteriormente será reproduzida em uma avaliação, como destacado pelo participante BF15, quando questionado sobre quem propõem mais perguntas em sala de aula: “*As professoras, para a gente não errar nas provas.*”. Conforme Wells (2016), esse tipo de aula, em que os professores apresentam informações e perguntam para verificar se o estudante pode recordar o que foi transmitido, a compreensão dos estudantes é superficial, pois não há um envolvimento com o tema em estudo.

Os professores também perguntam para estimular os estudantes e para auxiliar no processo de ensino, de acordo com os enunciados: “*Professores, para incentivar os alunos*” (BF14); “*Quem propõe mais perguntas são os professores*

*porque eles têm que ensinar os alunos*” (CF12). Segundo Souza (2006), os professores utilizam a pergunta para orientar e organizar as atividades que são propostas em sala de aula, como também para iniciar ou redirecionar uma discussão, rever um conceito e até mesmo para controlar o comportamento dos estudantes.

Em relação ao **sentimento dos estudantes** de 5º ano do EF sobre a proposição de perguntas, foram identificadas 93 unidades de sentido, emergindo duas categorias finais: *Estudantes se sentem à vontade, propondo perguntas em sala de aula* (77 unidades de sentido); e *Estudantes não se sentem à vontade propondo perguntas em sala de aula* (16 unidades de sentido). Isso mostra que, no EF, a maioria dos estudantes sente-se mais á vontade para perguntar.

Os estudantes que afirmaram que se sentem à vontade, propondo perguntas em sala de aula, relataram que se sentem bem quando perguntam, pois esclarecem suas dúvidas em relação às atividades que o professor solicita que eles façam. Desse modo, conseguem fazer as atividades propostas pelo professor de modo correto, conforme o enunciado a seguir: *“Eu me sinto bem, porque se eu não perguntasse, eu não iria saber fazer as atividades e trabalhos. É muito bom perguntar”* (BF35). Também se sentem bem ao esclarecerem dúvidas em relação ao conteúdo: *“Eu me sinto bem perguntando em sala de aula porque assim eu não fico com dúvidas”* (BF35).

Os estudantes de 5º ano do EF manifestaram, ainda, que se sentem bem, propondo perguntas, porque as perguntas auxiliam na aprendizagem, *“Eu me sinto bem porque é bom perguntar. Além de matar a curiosidade você aprende coisas novas”* (BF21). Isso está de acordo com Walsh e Sattes (2016), que afirmam que as perguntas durante as aulas contribuem para a aprendizagem, pois a construção de respostas pelos estudantes às perguntas são oportunidades de aprendizado, estando elas corretas ou não.

Quanto aos estudantes que não se sentem à vontade em propor perguntas em sala de aula, a maioria (10 estudantes) mencionou que sentem vergonha ao perguntar, como mostra o enunciado: *“Com um pouco de vergonha, porque eu sou um pouco tímida”* (AF20). Alguns estudantes afirmaram que sentem vergonha de perguntar, pois têm receio da reação dos colegas e do professor. Isso está presente no enunciado: *“Eu me sinto muito envergonhada, às vezes, porque eu não me sinto muito bem com as perguntas, e depois todo mundo ri de mim, e eu não gosto disso”*

(AF01). Os estudantes também mencionaram que se sentem nervosos ao perguntar: *“Eu me sinto nervosa em não entender”* (BF13). Para esses estudantes, as perguntas têm apenas a finalidade de solicitar esclarecimentos sobre a explicação do professor que não foi compreendida. Dois estudantes relataram que não costumam fazer perguntas em sala de aula, como mostra o exemplo: *“Não sei. Não faço perguntas”* (BF19). De acordo com Walsh e Sattes (2016), uma das razões para a baixa frequência das perguntas dos estudantes durante as aulas é o fato das perguntas poderem gerar exposição pessoal.

Sobre a importância de ***os professores incentivarem os estudantes do 5º ano do EF a perguntar em aula***, foram identificadas 71 unidades de sentido, emergindo duas categorias finais: *As perguntas dos estudantes são importantes para a aprendizagem* (54 unidades de sentido) e *As perguntas dos estudantes são importantes para as avaliações* (17 unidades de sentido).

As perguntas dos estudantes são importantes para a aprendizagem, pois auxiliam no esclarecimento das dúvidas dos estudantes: *“Para quem estuda é importante tirar dúvidas, até porque quando tiramos dúvidas estamos aprendendo”* (BF25); *“É importante porque quando eles forem maiores, a professora vai fazer uma pergunta e não vai saber responder, porque continua com aquela dúvida”* (BF01).

As perguntas dos estudantes também são importantes para estimular o interesse em aprender: *“A importância é que os alunos conseguem aprender mais”* (BF29); *“Pelo aprender mais não basta só o professor explicar: o aluno tem que perguntar”* (CF17). Conforme Pozo e Crespo (2016, p. 44), para que os estudantes tenham interesse em aprender Ciências, “[...] o ensino deve tomar como ponto de partida os interesses dos alunos, buscar a conexão com seu mundo cotidiano com a finalidade de transcendê-lo, de ir além, e introduzi-los, quase sem que eles percebam na tarefa científica”. Nesse sentido, as perguntas que os estudantes propõem manifestam os seus interesses em relação à aprendizagem.

As perguntas dos estudantes são importantes para que eles superem a vergonha de perguntar e falar: *“Para não ter vergonha de perguntar em público [...]”* (AF23). Segundo Wells (2016), a aprendizagem na escola seria facilitada se mais momentos de diálogo fossem oportunizados aos estudantes, pois a maior parte do aprendizado dos estudantes ocorre em contextos fora das aulas, em ambientes que valorizam o diálogo colaborativo. Portanto, incentivar os estudantes a proporem perguntas pode transformar a sala de aula, pois além de favorecer o diálogo e

aumentar a interação entre os estudantes e professores contribui para a aprendizagem.

Os estudantes de 5º ano do EF relataram que as perguntas dos estudantes também são importantes para as avaliações, pois a partir das perguntas que são propostas, o professor pode verificar se o estudante aprendeu, conforme afirma o participante CF25: *“A professora incentiva os estudantes a fazerem perguntas porque ela já vê o que os alunos já sabem”*. Segundo Walsh e Sattes (2016), a maioria dos professores acredita que o propósito mais importante das perguntas é de verificar a compreensão dos estudantes em relação aos conteúdos estudados. Os estudantes manifestaram ainda que as perguntas propostas por eles são importantes para que não cometam erros e assim terem resultados satisfatórios nas avaliações, como mostra o enunciado: *“A importância é porque o aluno precisa saber para na prova saber fazer as atividades ou perguntas e também para aprender o conteúdo. É isso o que eu acho sobre a professora incentivar a fazer perguntas”* (BF13).

Em síntese, a análise das respostas ao questionário com os estudantes de 5º ano do EF deixa clara a concepção transmissiva e reprodutora de ensino e aprendizagem. Por isso, a ideia do uso das perguntas dos estudantes como base da organização do trabalho pelo professor, com características investigativas, é praticamente ausente. Predomina a proposta de os estudantes fazerem perguntas para esclarecimento, mesmo eles considerando que fazem mais perguntas do que os professores.

### **5.7.2 Análise de depoimentos dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio sobre as perguntas nas aulas**

Analisando os depoimentos dos estudantes do 2º ano do EM quanto à **proposição de perguntas** durante as aulas foram identificadas 104 unidades de sentido, emergindo duas categorias finais: *Estudantes propõem mais perguntas durante as aulas* (51 unidades de sentido); e *Professores propõem mais perguntas durante as aulas* (49 unidades de sentido). Assim, na perspectiva dos estudantes do EM, participantes da pesquisa, a intensidade de proposição de perguntas pelos professores e estudantes é praticamente igual.

Dentre os estudantes do 2º ano do EM, que afirmaram que propõem mais perguntas durante as aulas (48 estudantes), a maioria desses (36) pergunta para solicitar esclarecimentos sobre algo que não foi compreendido, como dúvidas em relação ao conteúdo. Também perguntam quando não compreenderem o conteúdo ou por apresentarem dificuldade na disciplina, como mostram os enunciados: “Os estudantes, pelo fato de terem algumas dúvidas em relação a determinado conteúdo” (DM44); “Os alunos, porque os professores explicam e os alunos ficam com dúvidas e pelas perguntas elas são esclarecidas” (AM01); e “Os estudantes, pelo fato de muitos terem dificuldades no entendimento de determinada matéria” (DM45). Verifica-se que os estudantes percebem o ensino como transmissão, no qual o professor detém os conhecimentos acabados que são apresentados aos estudantes (POZO; CRESPO, 2016). A função do estudante é memorizar e reproduzir informações, muitas vezes, sem que ocorra uma reflexão do tema, pois o estudante aceita apenas o que o professor transmitiu. Desse modo, quando surge uma pergunta, está é para esclarecer algo que o professor explicou e o estudante não compreendeu.

Os estudantes também relataram que perguntam quando têm interesse em aprender, questionam com a intenção de adquirir mais conhecimento e porque têm curiosidades, como destacado pelos participantes: “Os estudantes porque surgem curiosidades” (AM17); e “Mais os estudantes, dependendo da aula, do assunto, se os alunos têm mais curiosidade eles perguntam mais” (DM10). Para Pozo e Crespo (2016, p. 21), o aprendizado deve ser abordado como “[...] um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimento pré-cozidos, prontos para o consumo”. Quando o estudante faz uma pergunta, ele expressa seus interesses e curiosidades, sendo instigado a buscar respostas, num processo que envolve a construção de significados. Conforme Sanmartí e Bargalló (2012), para aprender é necessário ter um objetivo, que é deduzido das perguntas propostas pelos estudantes.

Para os estudantes de 2º ano do EM os professores perguntam durante as aulas para verificar se o estudante aprendeu (18 estudantes), para auxiliar no processo de ensino (13 estudantes) e os professores perguntam por que os estudantes não perguntam (12 estudantes).

Os estudantes de 2º ano do EM afirmaram que os professores perguntam para verificar se o estudante aprendeu, conforme os enunciados: “*Os professores, normalmente costumam perguntar mais, pois gostam de confirmar se o aluno aprendeu a matéria*” (DM38); “*Os professores. Para ver se estamos aprendendo o conteúdo passado*” (AM07), “*Os professores, pois a turma ouve a explicação e respondemos a seguir sobre*” (DM16); e “*Os professores, porque explicam sobre o conteúdo e do mesmo tempo perguntam*” (DM18).

Segundo Tort, Márquez e Sanmartí (2013), propor perguntas com a única finalidade de verificar se a resposta está correta é uma prática constante entre os professores. A pergunta-resposta, típica do ensino tradicional ainda é utilizada nas aulas, pois os professores tendem a ensinar como foram ensinados. Muito utilizada nas aulas expositivas, a pergunta do professor, com a intenção de avaliação, faz com que o estudante repita as informações que estão sendo transmitidas, sem que ocorra uma reflexão sobre o que está sendo estudado. Nesse caso, o processo de questionamento termina com a resposta correta do estudante. Em muitas salas de aula, esse ainda é o padrão dominante de questionamento (WALSH; SATTES, 2016).

Os estudantes de 2º ano do EM manifestaram que os professores também utilizam a pergunta para auxiliar no processo de ensino, pois as perguntas que os professores propõem auxiliam a esclarecer suas explicações sobre o conteúdo, como mostra o enunciado : “*Os professores, para ajudar a entender a matéria e facilitar no ensino*” (AM40). Para os estudantes de 2º ano do EM os professores também perguntam para estimular os estudantes, isso está presente no enunciado: “*Os professores. Acredito que seja para promover um estímulo maior e também para fazer os alunos pensarem mais no assunto que está sendo trabalhado*” (AM10). A pergunta do professor pode auxiliar no processo de ensino, pois pode ser um meio de estabelecer relações entre o conhecimento novo e os conhecimentos dos estudantes, de modo que os modelos explicativos iniciais dos estudantes possam evoluir para modelos mais complexos (TORT; MÁRQUEZ; SANMARTÍ, 2013).

Os estudantes do 2º ano do EM também manifestaram que os professores propõem perguntas porque os estudantes não perguntam, pois são tímidos, se sentem inseguros ou com vergonha, como foi destacado pelos participantes nas afirmações a seguir: “*Os professores, pois a maioria dos alunos sente vergonha de*

*perguntar*” (AM11); e *“Os professores, porque os alunos se sentem inseguros”* (AM36).

Em relação ao **sentimento dos estudantes** de 2º ano do EM sobre a proposição de perguntas durante as aulas, foram identificadas 91 unidades de sentido, emergindo três categorias finais: *Estudantes se sentem à vontade propondo perguntas em sala de aula* (57 unidades de sentido); *Estudantes não se sentem à vontade propondo perguntas em sala de aula* (24 unidades de sentido); e *Estudantes não costumam fazer perguntas em sala de aula* (10 unidades de sentido).

Os estudantes de 2º ano, que se sentem à vontade para propor perguntas (56 estudantes), afirmaram que se sentem bem porque as perguntas auxiliam a esclarecer dúvidas, como mostram os enunciados: *“Me sinto bem, porque é melhor ficar sem dúvidas, do que não entender o conteúdo”* (AM22); e *“Bem, pois assim eu posso sanar minhas dúvidas e às vezes também a de outro aluno”* (CM23). Os estudantes manifestaram, também, que se sentem bem ao propor perguntas porque elas auxiliam na aprendizagem, conforme se pode observar nas afirmações a seguir: *“Eu me sinto satisfeita, pois assim consigo entender melhor a matéria”* (AM01); *“Me sinto com vontade de aprender mais e mais”* (AM04); e *“Eu me sinto bem, pois com as perguntas eu aprendo mais sobre o conteúdo”* (BM21).

Os estudantes que não se sentem à vontade para propor perguntas durante as aulas (19 estudantes) relataram que se sentem envergonhados, isso está presente no enunciado: *“Um pouco envergonhada, pois prefiro perguntar reservadamente para a professora”* (BM18). A vergonha que os estudantes relataram sentir está relacionada ao medo que possuem das atitudes dos colegas e dos professores, como mostram os enunciados dos participantes AM11 e AM02: *“Fico com vergonha, pois tenho medo dos outros rirem [...]”*; *“Meio sem jeito, por não acompanhar como todos os outros”*. Conforme Walsh e Sattes (2016), os estudantes não participam da aula propondo perguntas devido à insegurança ou medo de constrangimentos.

Outros estudantes de 2º Ano do EM (10 estudantes) afirmaram que não costumam propor perguntas em sala de aula, como destacado pelos participantes: *“Eu não costumo perguntar, pois não me sinto a vontade, tenho vergonha e não gosto”* (AM13); *“Não faço perguntas no grande grupo, mas quando tenho dúvidas, pergunto no individual, somente para o professor”* (AM24); e *“Não sou de ir pedir*

*ajuda ao professor, prefiro pedir a algum amigo meu mais próximo*” (AM14). Para Sanmartí e Bargallo (2012), as atitudes que muitos estudantes têm diante das afirmações e definição em sala de aula é de *receptor passivo*. A forma como o ensino é conduzido, valorizando apenas conteúdo e termos científicos, pode desestimular os estudantes e fazer com eles decidam que o mais fácil é memorizar para reproduzir a resposta ao professor e posteriormente esquecer. Quando os estudantes adotam esse tipo de comportamento, dificilmente costumam realizar perguntas durante as aulas.

Sobre a importância de **os professores incentivarem os estudantes de 2º ano do EM a perguntar em aula**, foram identificadas 121 unidades de sentido, emergindo duas categorias finais: *As perguntas dos estudantes são importantes para a aprendizagem* (111 unidades de sentido); e *As perguntas dos estudantes são importantes para auxiliar os professores na realização do ensino* (10 unidades de sentido).

Em relação à categoria *As perguntas dos estudantes são importantes para a aprendizagem*, os estudantes relataram que as perguntas propostas por eles são importantes para a construção do conhecimento, conforme os enunciados: *“Importante porque quando eu pergunto aprendo mais”* (DM33); e *“Importante que os professores abram espaço para perguntar, assim gerando mais conhecimento aos alunos”* (DM22). Segundo Dilon (1986), o conhecimento não pode ser construído por uma afirmação, que corresponde à resposta final. A construção do conhecimento se dá a partir da pergunta e pelo processo adotado para ser chegar à resposta.

Os estudantes de 2º ano do EM manifestaram também que as perguntas que eles propõem são importantes para auxiliarem no esclarecimento de dúvidas e para compreensão do conteúdo, isso está presente nos enunciados: *“É muito importante, pois com isso podemos tirar dúvidas e aprender os conteúdos”* (DM08); e *“É de extrema importância, pois cada aluno pensa de um jeito diferente, portanto nem todos conseguem pegar o conteúdo na primeira vez. É importante tirar dúvidas para desenvolver-se melhor”* (DM28). Os estudantes também afirmaram que as perguntas são importantes para esclarecer as dúvidas e posteriormente terem resultados satisfatórios nas avaliações, como destacado pelo participante AM44: *“É muito importante, porque os estudantes sabendo perguntar, eles vão conseguir as respostas de suas dúvidas sobre o conteúdo para depois na prova conseguir responder as questões”*.

Ainda, sobre a importância do estímulo às perguntas dos estudantes como base para a aprendizagem, os estudantes relataram que as perguntas propostas por eles são importantes para estimular o interesse em aprender, como mostram os enunciados: *“Os alunos aprendem mais porque sentem que estão sendo respondidos pelos professores na sala de aula”* (AM39); *“Essa questão é muito importante porque muitas vezes é perguntando que o aluno aprende”* (DM24); *“Para nos tornarmos pessoas críticas”* (AM46); e *“Ele incentiva os alunos a questionar o que ouvem e entender melhor, não só na sala de aula como fora dela”* (DM34). As perguntas propostas pelos estudantes também são importantes para que eles percamos a vergonha de perguntar e falar em sala de aula, conforme o estudante AM17: *“É muito importante, pois muitos alunos têm vergonha e eles incentivando passam confiança e fazem o aluno se sentir confortável para perguntar”*.

Na segunda categoria, os estudantes manifestaram que o estímulo às perguntas dos estudantes é importante para auxiliar os professores na realização do ensino, pois servem para verificar o que o estudante aprendeu, auxiliam as explicações dos professores e tornam as aulas mais interativas, como mostram os depoimentos: *“A importância de o professor incentivar o aluno a perguntar é porque assim ele pode saber em qual nível os alunos estão”* (DM41); e *“É importante para uma aula mais interativa”* (AM05). Segundo Tort (2008), o papel das perguntas é fundamental para o desenvolvimento do processo de comunicação na sala de aula. Isso, porque a proposição da pergunta e o caminho para se chegar à resposta envolvem a relação entre os diferentes componentes que influenciam nos processos de ensino e a aprendizagem, os conhecimentos que os estudantes já possuem, o conhecimento científico e o conhecimento que será estudado.

### **5.7.3 Comparação entre os depoimentos dos estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental e de 2º Ano do Ensino Médio sobre as perguntas em sala de aula**

Quanto à proposição de perguntas durante as aulas, para a maioria dos estudantes de 5º ano do EF são os estudantes que propõem mais perguntas. Essas perguntas são propostas com a finalidade de solicitar esclarecimentos sobre algo que não foi compreendido em relação ao conteúdo ou sobre as atividades que os estudantes necessitam realizar durante as aulas. Enquanto que aproximadamente

metade dos estudantes de 2º ano do EM (48 estudantes), participantes da pesquisa, relataram que os estudantes propõem mais perguntas durante as aulas. Conforme Sanmartí e Bargallo, (2012, p. 35), “Os meninos e meninas pequenas propõem mais perguntas, mas pouco a pouco deixam de fazê-las”. Essa afirmação foi constatada nos depoimentos dos estudantes, pois nas aulas dos estudantes de 5º ano do EF a predominância é das perguntas dos estudantes em relação às perguntas dos professores, o que não ocorreu nos depoimentos dos estudantes de 2º ano do EM.

A maioria dos estudantes de ambos os níveis de ensino relatou que, quando o estudante pergunta, é para solicitar esclarecimentos sobre algo que não foi compreendido. Alguns estudantes relacionaram a pergunta com a aprendizagem, pois perguntam quando têm interesse em aprender, para adquirir mais conhecimento ou quando têm curiosidades.

Os estudantes de 5º ano do EF e do 2º ano do EM afirmaram que, na maioria das vezes, quando o professor pergunta, é com a finalidade de avaliar a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo que está sendo trabalhado. Os estudantes de 2º ano do EM relataram que o professor propõe perguntas porque os estudantes não perguntam. Isso foi apontado por apenas dois estudantes de 5º ano do EF, possivelmente porque nesse nível de ensino os estudantes questionam mais que os professores.

Quanto ao sentimento dos estudantes sobre a proposição de perguntas durante as aulas, mais estudantes de 2º ano do EM manifestaram que não se sentem à vontade propondo perguntas, enquanto que no 5º ano do EF o número foi menor. No 2º ano do EM, em alguns depoimentos, os estudantes relataram que não propõem perguntas durante as aulas, nos relatos dos estudantes de 5º ano isso não foi apontado. Os estudantes de 2º ano do EM também manifestaram que têm medo de uma resposta negativa por parte do professor, quando perguntam por que não entenderam o conteúdo.

Sobre a importância de os professores incentivarem os estudantes de 2º ano do EM a perguntar em aula, em ambos os níveis de ensino, os estudantes compreendem que as perguntas são importantes para a aprendizagem. Para eles, as perguntas são necessárias para a construção do conhecimento, auxiliam no esclarecimento de dúvidas em relação ao conteúdo e estimulam o interesse em aprender. No 5º ano do EF os estudantes afirmaram que as perguntas são importantes para as avaliações, enquanto que no 2º ano do EM isso não ocorreu.

Para os estudantes de 5º ano do EF as perguntas também têm a finalidade de esclarecer dúvidas sobre algo que o professor explicou e não foi compreendido. Na visão do estudante, ao perguntar ao professor, a dúvida será esclarecida e a resposta reproduzida na avaliação. O que evidencia como os estudantes de EF participam ainda de um ensino tradicional, baseado na transmissão de conhecimentos, pois demonstram preocupação com que eles precisam reproduzir nas avaliações.

Os estudantes de 2º ano do EM afirmaram também que as perguntas são importantes para auxiliar os professores na realização do ensino, pois quando o estudante pergunta o professor melhora a sua explicação ao responder a pergunta, além de tornar a aula mais interativa.

Em ambos os níveis de ensino, ainda que os estudantes reconheçam que as perguntas são importantes para a aprendizagem, a principal função da pergunta do estudante durante a aula é para solicitar esclarecimento sobre algo que não foi compreendido pelo estudante em relação ao conteúdo dado pelo professor. Isso mostra que muitos estudantes compreendem a aprendizagem como a transferência de conteúdo do professor para o estudante.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada buscou responder à seguinte questão: **De que modo as perguntas propostas por estudantes de Ciências do Ensino Fundamental e Médio podem contribuir para o ensino e a aprendizagem?** Para responder a essa questão, foram analisadas perguntas de estudantes de Ensino Fundamental e Médio, as quais foram propostas após a observação de um fenômeno, no qual ocorreu a extinção da chama de uma vela pela ação do gás carbônico.

Com base no estudo, em relação às demandas das perguntas, depreende-se que, em ambos os níveis de ensino, a prevalência foi da demanda de explicação causal. As perguntas propostas pelos estudantes estavam relacionadas aos motivos de ter ocorrido o fenômeno visualizado. Quanto ao caráter das perguntas, nos dois níveis de ensino, foram propostas mais perguntas de caráter informativo do que investigativo. Uma hipótese para isso é que, possivelmente, os estudantes participem de ensino predominantemente baseado na transmissão e na reprodução de conhecimentos prontos. Mesmo com a prevalência das questões informativas, as perguntas investigativas foram consideráveis, tanto no EF quanto no EM. Isso mostra que os estudantes têm condições de propor perguntas que possibilitam iniciar uma investigação, o que pode possibilitar uma aprendizagem a partir de questões dos estudantes, o que pode possibilitar a reconstrução do conhecimento, superando, o modelo baseado na transmissão de conhecimentos do professor para os estudantes.

Quanto à análise dos erros conceituais presentes nas perguntas dos estudantes, foi possível observar que os estudantes de EF propuseram mais perguntas com falhas conceituais do que os estudantes de EM. Esse resultado pode estar associado ao fato de que no 5º ano do EF os conceitos que estão relacionados à química, como as transformações e estados físicos da matéria, em geral, são estudados de modo superficial nesse nível de escolaridade. No EM, foram identificadas falhas relacionadas a conceitos já estudados pelos estudantes na disciplina de química, como os conceitos de elemento químico, substância, mistura e reação química. Também, foi percebido que os estudantes de EM, ao empregarem mais termos relacionados à linguagem científica, utilizam alguns deles de modo equivocado, o que mostra que esses estudantes não estão apropriados desses conceitos. Esse resultado pode estar associado ao modo de ensino transmissivo,

pois muitas vezes o estudo desses conceitos na disciplina de química se resume à simples memorização e à reprodução de conceitos e princípios. Quando isso ocorre, o estudante não consegue aplicar esse conhecimento, o que foi evidenciado em muitas das perguntas dos estudantes de EM.

Com relação à linguagem e à sua complexificação, as perguntas propostas evidenciaram como os estudantes de EM utilizam mais termos relacionados à linguagem científica que os estudantes do EF. Isso indica a ocorrência de um processo de complexificação da linguagem pelos estudantes de EM. Foi possível perceber como os estudantes de EF, ao se referir aos fenômenos, empregam palavras que utilizam no cotidiano, enquanto que no EM, os estudantes empregam termos próprios da linguagem científica.

As perguntas propostas pelos estudantes também revelaram seus conhecimentos iniciais, que estavam relacionados à combustão da vela, aos gases, ao experimento, às substâncias, às reações químicas e às transformações da matéria. O estudo mostrou que os estudantes de EM manifestaram mais conhecimentos iniciais referentes aos gases e às reações químicas que os estudantes de EF, o que evidencia que eles estão mais apropriados dos conhecimentos científicos relacionados ao tema abordado, enquanto que no EF, os conhecimentos dos estudantes estavam relacionados aos aspectos concretos dos fenômenos.

Em relação aos interesses dos estudantes indicados por meio das perguntas, a análise revelou que, em ambos os níveis de ensino, os interesses dos estudantes são semelhantes, pois manifestaram maior interesse em relação à reação de combustão, principalmente quanto aos motivos para a extinção da chama da vela. Ainda que os interesses se assemelhem nos dois níveis de escolaridade, no EM, os estudantes têm mais interesses relacionados às reações químicas e aos gases, isso mostra a complexificação do conhecimento relacionado a esse tema ao passar do EF para o EM.

Quanto à complexidade e à interdisciplinaridade presentes nas perguntas dos estudantes, em ambos os níveis de escolaridade, os estudantes propuseram poucas perguntas de alta complexidade. Isso significa que poucas perguntas necessitavam do conhecimento de várias áreas para a sua resposta. Esse resultado pode estar associado ao fato de que as perguntas foram propostas com base num fenômeno específico, no caso a extinção da chama da vela por ação do gás carbônico. Ainda

que a prevalência em ambos os níveis de ensino foi de perguntas não complexas, percebe-se que a ocorrência de perguntas não complexas foi maior no EF e o número de perguntas de baixa complexidade foi maior no EM, o que mostra que os estudantes do EM conseguiram fazer mais relações dentro de uma mesma área do conhecimento e evidencia processo incipiente de complexificação do pensamento dos estudantes.

A análise dos depoimentos dos estudantes quanto à proposição de perguntas nas aulas revelou que no EF são os estudantes que propõem mais perguntas. Essas perguntas são propostas com a finalidade de solicitar esclarecimentos sobre algo que não foi compreendido em relação ao conteúdo ou sobre as atividades que os estudantes necessitam realizar durante as aulas. Isso não ocorreu no EM, pois aproximadamente metade dos estudantes relatou que são eles que propõem mais perguntas. Com relação à pergunta do professor, em ambos os níveis de escolaridade, a maioria dos estudantes afirmou que a pergunta do professor tem a finalidade de avaliar a compreensão do estudante sobre o conteúdo que está sendo estudado.

Sobre o sentimento ao propor perguntas em aula, mais estudantes do EM afirmaram que não se sentem à vontade para propor perguntas. O que mostra que um dos motivos para os estudantes deixarem de fazer perguntas no EM pode ser o medo ou possíveis constrangimentos ao se exporem perante a turma. Quanto à importância de os professores incentivarem os estudantes a perguntar em aula, em ambos os níveis de ensino, os estudantes sabem que as perguntas são importantes para a aprendizagem, muitos afirmaram que as perguntas são importantes para solicitar esclarecimentos sobre as dúvidas relacionadas aos conteúdos.

O estudo mostrou o modo como as perguntas dos estudantes se manifestam em sala de aula, pois mesmo que eles tenham conhecimento da importância de suas perguntas para a aprendizagem, a principal finalidade da pergunta do estudantes na sala de aula é solicitar esclarecimento sobre algo que não foi compreendido, geralmente uma explicação do professor sobre o conteúdo que está sendo estudado. Isso pode mostrar que os estudantes participam de um ensino transmissivo, no qual o professor tem como principal objetivo “passar” seu conhecimento aos estudantes, com ênfase na memorização e na reprodução das informações. Nesse caso, as perguntas têm a função de esclarecimento sobre algum tema ou procedimento, e não a de possibilitar o acesso aos conhecimentos dos

estudantes, nem a de desencadear estudos de caráter investigativo. Essa preocupação apareceu já no EF, ao afirmarem que as perguntas são importantes para que eles saibam as respostas que precisam dar nas provas. Com base nesses resultados, é possível afirmar que o ensino de Ciências poderia ser diferente, menos reprodutivo, de modo que os estudantes pudessem participar como protagonistas da construção do seu conhecimento a partir dos seus questionamentos sobre a realidade.

Com base no estudo das perguntas dos estudantes, é possível afirmar que os elementos analisados nesta investigação podem contribuir para a organização e para a realização de um ensino de Ciências a partir do conhecimento, dos interesses e das dúvidas dos estudantes. A identificação das demandas e do caráter das perguntas pode servir inicialmente de base para o professor conhecer as características das perguntas. Posteriormente, o professor pode propor uma investigação partindo dessas perguntas. Perguntas como: “*Alguma substância poderia substituir o vinagre?*”, “*A experiência daria certo se o gás liberado fosse outro?*” e “*Dá para utilizar outras reações químicas para apagar a vela além desta reação?*” poderiam possibilitar que os estudantes testassem hipóteses propostas por eles, implicando participação ativa no processo de reconstrução do seu conhecimento. Ao testar essas hipóteses, novas perguntas investigativas poderiam surgir e o professor poderia trabalhar diversos conteúdos relacionados à ciência, como as reações químicas, os tipos de reações, as condições para que as reações químicas aconteçam e o modo como os reagentes interferem na reação química, dentre outros temas.

As perguntas dos estudantes, ao revelarem os erros conceituais que os estudantes podem apresentar em relação aos conteúdos, podem auxiliar o professor a propor atividades que levem a correção dessas falhas e possibilitar a apropriação adequada dos conceitos. Nas perguntas analisadas, os estudantes de EM mostraram a falta de compreensão de alguns conceitos, como por exemplo, elemento químico, substância, mistura e reação química. Esses conceitos são fundamentais na Química e, para que o estudante avance no estudo dessa disciplina, é importante a apropriação correta desses conceitos. Entretanto, é necessário identificar essas falhas conceituais para que posteriormente elas possam

ser superadas, e a proposição de perguntas pelos estudantes pode contribuir para isso.

Dar a oportunidade para que o estudante proponha perguntas sobre um determinado fenômeno possibilita a sua inserção no discurso da Ciência. Ao falar sobre o fenômeno, o estudante expressa a sua compreensão sobre o que está sendo estudado por meio da linguagem, de modo que ao escrever e falar sobre a ciência o estudante tem a oportunidade de apropriar-se de linguagem científica. As perguntas dos estudantes também são importantes para que o professor compreenda como eles construíram ou constroem os conceitos da ciência, em suas perguntas, como, por exemplo, “equação química”, “reagente” e “densidade”. Essas perguntas evidenciaram que eles tinham uma apropriação considerável desses conceitos, para esse nível de ensino. Nesse sentido, ao identificar como o estudante se apropria da linguagem, o professor pode propor atividades com vistas a ampliar e complexificar esses conceitos científicos.

As perguntas dos estudantes de ambos os níveis mostraram que alguns estudantes compreenderam que foi um gás que ocasionou a extinção da chama da vela, porém não sabiam como isso ocorreu. Por isso, por meio das perguntas, alguns estudantes mostraram-se interessados em saber qual foi o gás formado, como esse gás foi produzido e os motivos de ele ter ocasionado a extinção da chama da vela. Ao indicar o que estudantes já sabem, as perguntas dos estudantes auxiliam o professor a planejar atividades que possam fazer com que eles avancem na reconstrução do seu conhecimento. Também, por partirem das dúvidas, curiosidades e por revelarem os interesses dos estudantes em relação à aprendizagem, as perguntas podem motivar os estudantes para aprender Ciências, de modo que o conhecimento construído na escola terá sentido para a sua vida.

Propor atividades em sala de aula que estimulem os estudantes a formularem perguntas pode desenvolver o pensamento complexo. Ao abordar um tema relacionado à Ciência, os estudantes por meio das suas perguntas podem estabelecer relações complexas entre conceitos de outras áreas do conhecimento. As perguntas propostas pelos estudantes de EF e EM sobre o fenômeno da extinção da chama da vela por ação do gás carbônico, por se tratar de um fenômeno específico, foram em sua maioria perguntas de baixa complexidade. Nesse sentido, para que o professor possa desenvolver o pensamento complexo e a

interdisciplinaridade a partir das perguntas, é necessário que os estudantes exercitem a proposição de perguntas sobre fenômenos ou temas mais amplos.

A possibilidade de propor perguntas para desencadear ações de ensino e aprendizagem pode contribuir também no desenvolvimento da capacidade de indagar a realidade, fundamental para a busca de significado sobre as situações e fenômenos, de modo autônomo. Por isso, a importância de exercitar com os estudantes a proposição de questionamentos sobre temas, situações e fenômenos, não apenas como modo de receber respostas prontas do professor, mas como possibilidade de encontrar modos de construir respostas pelo próprio estudante.

Portanto, a presente investigação mostrou que é necessário valorizar as perguntas dos estudantes, a fim de fazer com que elas façam parte do processo fazer aula com vistas à reconstrução do conhecimento dos participantes. Porém, fazer com que isso se torne realidade não é uma tarefa simples para o professor. Existem meios de iniciar e realizar esse processo. A pesquisa em sala de aula, por partir dos questionamentos dos próprios estudantes, pode ser um caminho para fazer com que os elementos analisados nas perguntas dos estudantes, como as demandas, o caráter, os erros conceituais, a linguagem e a sua complexificação, os conhecimentos iniciais, os interesses e a complexidade e a interdisciplinaridade, possam ser transformados por meio de ações de investigação no ensino de Ciências. Além de contribuir para a aprendizagem em Ciências o fato de eles mesmos perguntarem pode tornar significativo o que é estudado na escola, podendo contribuir para que eles estejam preparados para viver em sociedade, exercendo a cidadania e estando capacitados a indagar e a responder às demandas cada vez mais complexas da sociedade atual.

## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BARGALLÓ, C. M. Aprender ciencias a través del lenguaje. **Educación**. n. 33, p. 27-38, abr./jun., 2005.
- BARGALLÓ, C. M.; TORT, M. R. Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. **Revista Educación y Pedagogía**, v.18, n. 45, p. 63-71, may./ago., 2006.
- BARTELMÉBS, R. C.; HARRES, J. B. S. As ideias dos alunos, as ideias dos professores e aprendizagem: uma revisão conceitual. In: MARRANGHELLO, G. F.; LINDEMANN, R. H. **Ensino de ciências na região da campanha: contribuições na formação acadêmico-profissional de professores de Astronomia**. 1. ed. Itajaí: Casa Aberta, 2017, p. 11-51
- BOGDAN, R.; BICKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto, Portugal: Porto Editora, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: Ministério da Educação, 2013.
- CAAMAÑO, A.; BARGALLÓ, C. M.; TORT, M. R. El lenguaje de la ciencia. **Cuadernos de pedagogía**, n. 330, p. 76-80, 2003.
- CHIN, C.; OSBORNE, J. Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. **Studies in Science Education**, v. 44, n. 1, p. 1-39, feb., 2008.
- DEMO, P. Educação Científica. **Boletim Técnico do Senac: A revista da Educação Profissional**, v. 36, n.1, jan./abr., 2010.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.
- DILLON, J. T. Student questions and individual learning. **Educational Theory**, v. 36, n.4, p. 333-341, 1986.
- FAZENDA, I. **Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas: Papyrus, 2008.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FURIÓ, C.; DOMÍNGUEZ, M. C. Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n. 2, p. 241-258, 2007.

FURIÓ, C.; DOMÍNGUEZ, M. C.; GUIASOLA, J. Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 1, p. 113-128, 2012.

FURIÓ, C.; SOLBES, J. CARRASCOSA, J. Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación: resultados y perspectivas. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**, v. 48, n. 1, p. 64-77, 2006.

GALLE, L. A. V. Estudo sobre reconstrução significativa de conteúdos no ensino fundamental por meio de unidade de aprendizagem sobre alimentos. 2016. 211f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2016.

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*, Canoas, v. 18, n. 2, p. 498-516, maio/ago. 2016.

GALLE, L. A. V. ; RIBEIRO, M. E. M. ; RAMOS, M.G. ; CARVALHO, J. N. A pergunta na aprendizagem em química: identificação de falhas conceituais na linguagem dos estudantes. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, 2015, Águas de Lindóia. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, p.1-8.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real** [recurso eletrônico]. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

IBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

LIPMAN, M. **Pensamiento complejo y educación**. Madrid: Ediciones de La Torre, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2.ed. São Paulo: EPU, 2013.

MARIOTTI, H. **Pensamento complexo: suas aplicações à liderança, à aprendizagem e ao desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORAES, R. Participando de jogos de aprendizagem: a sala de aula com pesquisa In.: ENRICONE, D.; GRILLO, M. (Org). **Educação Superior: vivências e visão do futuro**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005. p.113-128.

MORAES, R. O significado do aprender: linguagem e pesquisa na reconstrução de conhecimentos. **Conjectura**, v. 15, n. 1, jan./abr., 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciência: alguns pressupostos teóricos. In: Roque Moraes; Ronaldo Mancuso. (Org.). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: UNIJUÍ, 2004, v. 1, p. 85-108.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (org.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. p. 11-20.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. Química no ensino de Ciências para as series iniciais: uma análise de livros didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 243-258, 2014.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORTIMER, E.F.; MIRANDA, L.C. Concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26, nov., 1995.

PALINSCAR, A. S.; BROWN, A. L. Reciprocal teaching of comprehension fostering and comprehension monitoring activities. **Cognition and instruction**, v.1, n. 2, p. 117-175, 1984.

PAULETTI, F.; GALLE, L. A. V. ; SILVA, C. M. ; RAMOS, M. G. . Pesquisa em sala de aula: análise das perguntas de estudantes da Educação Básica sobre o lixo. In: Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ, 2016, Florianópolis. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016. v. 1. p. 1-9.

PETRUCCI-ROSA, M. I. F. **A evolução de ideias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista** (1996). Dissertação (Mestrado em Educação). Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1996.

PICKETT, S.T.A.; KOLASA, J.; JONES, C.G. **Ecological Understanding**. California: Academic Press, Inc, 1994.

POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO MUNICIO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. P. **La solución de problemas.** Madrid: Santillana, 1994.

QUÍLEZ, M. J. G.; PEÑA, M. B. M. De la gallina sin cabeza a la formación del suelo: preguntas en el aula de primaria. In: Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 23., 2008, Almería. **Actas...** Almería, Sep. 2008. p. 419 – 427.

RAMOS, M. G. A Importância da problematização no conhecer e no saber em ciências. In: GALIAZZI, M. C. et al. (Org.). **Aprender em rede na educação em ciências.** Ijuí: Editora UNIJUI, 2008, p. 57-75.

SANMARTÍ, N.; BARGALLÓ, C. M. Enseñar a plantear preguntas investigables. **Alambique**, n. 70, p. 27-36, ene., 2012.

SOUZA, F. **Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior.** (2006). 530 f. Tese (Doutorado em Didática) - Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.

SPECHT, C. C. ; RIBEIRO, M. E. M. ; RAMOS, M.G. . Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. **Revista Thema**, v. 14, p. 225-242, 2017.

THEODORO, M. E. C.; KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. A evolução do conceito transformação química em livros didáticos de 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental e aprovados pelo PNLD. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2, 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, Nov., 2009.

THOMAZ, E. M.; RAMOS, M. G. A Análise Textual Discursiva na interpretação do pensamento complexo e interdisciplinar presente nas perguntas dos estudantes. In: **6º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa e 2nd International Symposium on Qualitative Research - CIAIQ 2017**, Salamanca, Espanha, v. 3, p.657-666, 2017.

TORT, M. R. Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. **Educar.** Guadalajara, Mexico. n. 33, p. 73-80, abril./jun., 2005.

TORT, M. R. Las preguntas en el proceso educativo: una reflexión necesaria en la formación del profesorado. Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 23, 2008, Almería. **Actas ...** Almería, Sep. 2008. p. 400 – 409.

TORT, M. R.; MÁRQUEZ, C; SANMARTÍ, N. Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 31, n. 1, p. 95-114, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2006, p.103-117.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2008.

WALSH, J. A; SATTES, B. D. **Quality questioning: research-based practice to engage every learner**. 2. ed. California: Corwin, 2016.

WELLS, G. **Indagación dialógica: hacia una teoría y una práctica sócio culturales de la educación**. Barcelona: Paidós, 2001.

WELLS, G. Aprendizagem dialógica: o processo dos seres humanos de falar em direção à compreensão. In: GALIAZZI, M.C.et al. **Indagações dialógicas com Gordon Wells** [recurso eletrônico]. Rio Grande: Ed. da FURG, 2016.

WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Buenos Aires: Aiqué, 1999.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. [recurso eletrônico]. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, Brasil: Artmed, 2010.

ZANON, L.B.; LOTTERMANN, C.L. A Inserção da Química no Ensino de Ciências Naturais: um olhar sobre Livros Didáticos no Ensino Fundamental. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16, e Encontro de Educação Química da Bahia, 10, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, jul., 2012.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A****INSTRUMENTO PARA COLETA DE PERGUNTAS DOS ESTUDANTES****Nome completo:** \_\_\_\_\_**Idade:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** ( ) Masculino ( ) Feminino

Elabore três ou mais perguntas sobre o que você gostaria de saber em relação ao experimento "Apagando a vela".

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE B****QUESTIONÁRIO SOBRE A PROPOSIÇÃO DE PERGUNTAS EM SALA DE AULA**

1. Quem propõe mais perguntas durante as aulas, os professores ou os estudantes? Por quê?

---

---

---

---

---

2. Como você se sente propondo perguntas em sala de aula?

---

---

---

---

---

3. Qual a importância de o professor incentivar os estudantes a perguntar em sala de aula?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE C

### EXPERIMENTO – APAGANDO A VELA

Objetivo: Verificar como uma vela pode ser apagada por uma transformação química.

#### **Materiais:**

- 5 colheres de bicarbonato de sódio;
- 200 mL de vinagre;
- vela;
- fósforo;
- duas garrafas PET de dois litros;
- fundo de uma garrafa PET;
- tesoura.

#### **Procedimento**

Cortar a parte superior de duas garrafas PET, de modo que fique um recipiente capaz de armazenar líquidos.

Colocar a vela no fundo da garrafa PET.

Entornar o recipiente vazio em cima da vela acesa e observar o que acontece.

Colocar 200 mL de vinagre no outro recipiente a acrescentar duas colheres de bicarbonato de sódio. Observar a formação de gás.

Entornar sobre a vela acesa o gás formado e observar o que acontece.

**Para ver o vídeo do experimento, consultar o QR**

**Code<sup>3</sup>:**



---

<sup>3</sup> Basta ter um aplicativo QR Code em telefone celular ou tablet para acessar ao vídeo.