

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO**

**KARINA GOBBATO**

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: O CASO  
DA EXPERIMENTAÇÃO EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA SOBRE POLÍMEROS SINTÉTICOS**

**CAXIAS DO SUL**

**2018**

**KARINA GOBBATO**

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: O CASO  
DA EXPERIMENTAÇÃO EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA SOBRE POLÍMEROS SINTÉTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Catelli.

**CAXIAS DO SUL**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

G574a Gobbato, Karina

Aprendizagem significativa no ensino de química : o caso da  
experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa  
sobre polímeros sintéticos / Karina Gobbato. – 2018.

114 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa  
de Pós-Graduação em Educação, 2018.

Orientação: Francisco Catelli.

1. Aprendizagem 2. Química - Estudo e ensino. 3. Química - Ensino  
médio. 4. Polímeros. I. Catelli, Francisco, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 54:37

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

***“Aprendizagem significativa no ensino de Química: o caso da experimentação em uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre polímeros sintéticos”***

Karina Gobbato

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Caxias do Sul, 12 de setembro de 2018.

**Banca Examinadora:**

Dr. Francisco Catelli (presidente – UCS)

Dra. Tânia Maris de Azevedo (UCS)

Dra. Janaína da Silva Crespo (UCS)

Dr. Odoaldo Ivo Rochefort Neto (IFRS)

**CAMPUS-SEDE**

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil  
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil  
Telefone / Telefax (54) 3218.2100 – [www.ucs.br](http://www.ucs.br)  
Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGCTE 029/0089530  
Mod. 130033



## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Lisete Rasia Gobbato, pelo suporte que sempre tive, em especial ao que me foi prestado nessa trajetória.

Ao meu pai, Dorvalino Antônio Gobbato, por sempre me incentivar a fazer o meu melhor e persistir frente aos contratemplos.

Ao meu namorado, Elton Antônio Cipriani, pelo companheirismo, dedicação e paciência.

Às minhas amigas, pelo carinho e compreensão.

Ao grandioso orientador, Professor Dr. Francisco Catelli, pela sapiência e por me acompanhar/conduzir nesta caminhada.

À Professora Dra. Janaina da Silva Crespo, pelas valiosas contribuições na Banca de Qualificação da Dissertação de Mestrado, pela oportunidade de realizar Estágio Docência e por todo o aprendizado.

À Professora Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares, pelas excelentes contribuições na Banca de Qualificação da Dissertação de Mestrado.

Ao corpo docente do Mestrado em Educação.

Aos funcionários, pelo profissionalismo e assistência.

Aos colegas do mestrado, pela convivência e aprendizados.

Por fim, quero dizer MUITO OBRIGADA a todos que de alguma forma contribuíram e/ou fizeram parte desta caminhada, cooperando para esta conquista e tornando este sonho uma realidade.

## RESUMO

A presente pesquisa arquitetou-se com finalidade de planejar, pôr em prática e investigar as possibilidades de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como estratégia didática para as aulas de Química, de nível médio, permeada por atividades de experimentação, com vistas à aprendizagem significativa do conteúdo de Polímeros Sintéticos. O objetivo geral esteve assentado em investigar, num ambiente de aprendizagem de Química voltado aos polímeros sintéticos, os elementos que revelassem disposição para a aprendizagem significativa. A execução da pesquisa ocorreu nos meses de maio e junho de 2017, em um colégio da rede particular de ensino de uma cidade da Serra Gaúcha, com sete estudantes da terceira série do Ensino Médio. Com aporte teórico principal de M. A. Moreira e L. S. Vygotsky, a pesquisa caracterizou-se pela abordagem qualitativa, tendo a pesquisa-ação como procedimento. A relevância deste trabalho apoiou-se em propor estratégias didáticas diferenciadas, mediadas pela experimentação e com propensão para a aprendizagem significativa, distanciando-se assim da aprendizagem mecânica (copiar, memorizar, reproduzir e esquecer). Os dados analisados foram os registros feitos pela docente e pesquisadora em todos os encontros em um diário de campo e as produções dos estudantes. O conjunto dos elementos levantados na fundamentação teórica e na construção dos dados empíricos foi tratado através da análise textual discursiva, e o metatexto que daí resultou foi apresentado à luz de três categorias: o contexto colaborativo, a emergência de conceitos em formação, e um olhar sobre a experimentação. O problema que se buscou responder – de que forma a experimentação, num ambiente de aprendizagem de Química voltado aos polímeros sintéticos, para educandos do Ensino Médio, contribui para a aprendizagem significativa? – promoveu como resultados nessa trajetória, indícios de predisposição em aprender, bem como evidências de aprendizagem significativa dos estudantes. No que diz respeito à experiência pessoal da docente, suscitou o interesse pela realização de futuros trabalhos, pois emergem muitas possibilidades, tais como a aplicação dessa mesma estratégia didática (as UEPS) em outras áreas de conhecimento da Química, com ênfase na participação cada vez mais efetiva dos estudantes nos processos de produção do conhecimento.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. UEPS. Polímeros sintéticos.

## ABSTRACT

This research was designed with the purpose of planning, practicing and investigating the possibilities of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) as a didactic strategy for Chemistry classes, for mid-level, permeated by experimental activities, aiming the meaningful learning of Synthetic Polymers. The general objective was to investigate, in a learning environment of Chemistry focused on synthetic polymers, the elements that revealed potential for meaningful learning. The research was carried out in May and June 2017, in a private school in a city in the region of Serra Gaúcha, with seven students from the third year of high school. With the main theoretical contribution of M. A. Moreira and L. S. Vygotsky, the research was characterized by the qualitative approach with action research as a procedure. The relevance of this paper was based on proposing differentiated didactic strategies, mediated by experimentation and with tendency for meaningful learning, thus distancing itself from mechanical learning (copying, memorizing, reproducing and forgetting). The data analyzed were the records made by the teacher and researcher in a field diary in all the meetings and the productions from the students. The set of elements raised in the theoretical basis and in the construction of empirical data was dealt through discursive textual analysis, and the metatext resulted was presented in three categories: the collaborative context, the emergence of concepts in formation and a look at the experimentation. The problem attempted to answer - in what way does experimentation, in a chemistry learning environment focused on synthetic polymers, for high school students, contribute to meaningful learning? - promoted as results in this journey, some evidence of predisposition to learn, as well as some evidence of meaningful student learning. Regarding to the teacher personal experience, it inspired some interest in future work, because many possibilities emerge, such as the application of this same didactic strategy (PMTU) in other Chemistry areas, with an emphasis on the increasingly effective students' participation in the process of knowledge production.

**Key words:** meaningful learning. PMTU. Synthetic polymers.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Mapa conceitual das possibilidades de um mapa conceitual .....                                                        | 29 |
| Figura 2 – Evolução da pesquisa-ação, segundo Moreira e Caleffe (2008). ....                                                     | 36 |
| Figura 3 – Esquematização das situações propostas em cada um dos passos da UEPS.....                                             | 43 |
| Figura 4 – Registros no quadro realizado pelas equipes dos seus conhecimentos prévios .....                                      | 45 |
| Figura 5 – Exemplo de mapa mental elaborado pela estudante 1 .....                                                               | 46 |
| Figura 6 – Representação da reação de polimerização.....                                                                         | 51 |
| Figura 7 – Realização da atividade experimental com as crianças.....                                                             | 52 |
| Figura 8 – Utilização da espuma de Poliuretano (PU) expansível .....                                                             | 53 |
| Figura 9 – Registros do experimento sobre densidade e outras propriedades dos polímeros sintéticos .....                         | 54 |
| Figura 10 – Simbologia de reciclagem para os polímeros sintéticos .....                                                          | 55 |
| Figura 11 – Um exemplo de mapa conceitual, produzido pela estudante 1 .....                                                      | 61 |
| Figura 12 – Mapa conceitual da avaliação associada à aprendizagem significativa .....                                            | 63 |
| Figura 13 – Parte da Sistematização Conceitual de Polímeros Sintéticos elaborada pelos estudantes .....                          | 67 |
| Figura 14 – Comparação mapa mental prévio (primeira imagem) e mapa conceitual (segunda imagem) após a estratégia de ensino ..... | 79 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Distribuição da carga horária de cada encontro e passo da UEPS efetivado .....                          | 34 |
| Quadro 2 – Questionamentos realizados com a intenção de levantar alguns conhecimentos prévios dos estudantes ..... | 44 |
| Quadro 3 – Passos do procedimento experimental.....                                                                | 49 |
| Quadro 4 – Roteiro para a elaboração dos cartazes.....                                                             | 55 |

## LISTA DE SIGLAS

|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| AS     | Aprendizagem significativa                               |
| IUPAC  | <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> |
| PCN    | Parâmetros Curriculares Nacionais                        |
| PEAD   | Polietileno de alta densidade                            |
| PEBD   | Polietileno de baixa densidade                           |
| PET    | Polietileno tereftalato                                  |
| PP     | Polipropileno                                            |
| PPGEdu | Programa de Pós-Graduação em Educação                    |
| PS     | Poliestireno                                             |
| PU     | Poliuretano                                              |
| PVA    | Poliacetato de Vinila                                    |
| UEPS   | Unidade de ensino potencialmente significativa           |
| ZDP    | Zona de desenvolvimento proximal                         |

## SUMÁRIO

|              |                                                                                         |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                 | <b>11</b> |
| <b>2</b>     | <b>PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....</b>                                            | <b>17</b> |
| 2.1          | PROBLEMA DE PESQUISA .....                                                              | 17        |
| 2.2          | OBJETIVO GERAL.....                                                                     | 17        |
| 2.3          | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                             | 17        |
| <b>3</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                                        | <b>18</b> |
| 3.1          | VYGOTSKY E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....                                   | 18        |
| 3.2          | A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL (ZDP) E A APRENDIZAGEM<br>NO LABORATÓRIO .....       | 21        |
| 3.3          | A LINGUAGEM NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM .....                                           | 24        |
| <b>3.3.1</b> | <b>A interação social e a linguagem na perspectiva vygotskyana .....</b>                | <b>25</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>A formação de conceitos sob a óptica de Vygotsky .....</b>                           | <b>27</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>O aprimoramento dos conceitos científicos.....</b>                                   | <b>28</b> |
| 3.4          | MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS.....                                                  | 28        |
| 3.5          | APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA VIA UNIDADES DE ENSINO<br>POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS..... | 30        |
| 3.6          | RELEVÂNCIA DA APRENDIZAGEM DE POLÍMEROS SINTÉTICOS NO ENSINO<br>MÉDIO .....             | 31        |
| <b>4</b>     | <b>PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>                                                      | <b>33</b> |
| 4.1          | LOCAL DA PESQUISA E PÚBLICO PARTICIPANTE.....                                           | 33        |
| 4.2          | PERÍODO DE REALIZAÇÃO .....                                                             | 34        |
| 4.3          | PESQUISA DE ABORDAGEM QUALITATIVA.....                                                  | 34        |
| 4.4          | A PESQUISA-AÇÃO COMO PROCEDIMENTO .....                                                 | 35        |
| <b>4.4.1</b> | <b>Pesquisa-ação crítico-colaborativa.....</b>                                          | <b>37</b> |
| 4.5          | A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....                                                              | 38        |
| 4.6          | COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....                                                        | 40        |
| 4.7          | AVALIAÇÃO .....                                                                         | 41        |

|              |                                                                                                                 |            |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA UEPS .....</b>                                                                | <b>43</b>  |
| 5.1          | ENCONTRO 1 – LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES E CONSTRUÇÃO DE UM MAPA MENTAL .....         | 43         |
| 5.2          | ENCONTRO 2 – ESTUDO DE ARTIGOS DIDÁTICOS .....                                                                  | 47         |
| 5.3          | ENCONTRO 3 – FABRICAÇÃO DE UM POLÍMERO NO LABORATÓRIO .....                                                     | 48         |
| <b>5.3.1</b> | <b>Problematização da atividade experimental .....</b>                                                          | <b>49</b>  |
| 5.4          | ENCONTRO 4 – RETOMADA DE CONCEITOS .....                                                                        | 54         |
| 5.5          | ENCONTRO 5 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E SITUAÇÕES-PROBLEMA .....                                               | 56         |
| 5.6          | ENCONTRO 6 – APRESENTAÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS .....                                    | 57         |
| 5.7          | ENCONTRO 7 – CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS .....                                                              | 59         |
| <b>6</b>     | <b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS .....</b>                                                                       | <b>62</b>  |
| <b>7</b>     | <b>CONCLUSÕES.....</b>                                                                                          | <b>76</b>  |
|              | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                        | <b>86</b>  |
|              | <b>APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO E AUTORIZAÇÃO DE USO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS PELA PESQUISA .....</b> | <b>92</b>  |
|              | <b>APÊNDICE B – MAPAS MENTAIS PRÉVIOS .....</b>                                                                 | <b>93</b>  |
|              | <b>APÊNDICE C – CARTAZES ELABORADOS PELOS PARTICIPANTES.....</b>                                                | <b>97</b>  |
|              | <b>APÊNDICE D – APRESENTAÇÕES UTILIZANDO PREZI E POWERPOINT .....</b>                                           | <b>102</b> |
|              | <b>APÊNDICE E – MAPAS CONCEITUAIS UTILIZANDO O CMAP TOOLS .....</b>                                             | <b>106</b> |
|              | <b>APÊNDICE F – SISTEMATIZAÇÃO CONCEITUAL UTILIZANDO O GOOGLE DOCS .....</b>                                    | <b>112</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

A autora desta pesquisa atua como docente da disciplina de Química na rede estadual de ensino desde 2009, e como orientadora educacional na rede municipal de ensino a contar de julho de 2017. Entre 2014 a 2017, foi docente na rede particular de ensino. Com Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade de Caxias do Sul (2012), Especialização (Pós-Graduação/Lato Sensu) em Orientação Educacional pela Associação Catarinense de Ensino Faculdade Guilherme Guimbala (2014), iniciou em 2016 os estudos no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) – Curso de Mestrado, da Universidade de Caxias do Sul.

Em contato com estudantes<sup>1</sup> de Ensino Médio, ao final das aulas percebia que não bastava explicar o conteúdo e, que muitas vezes, o que era “ensinado” parecia não resultar em aprendizagem. Assim, emergia a necessidade de buscar qualificação e outras estratégias para planejar os encontros, onde os estudantes pudessem aprender e, de fato, utilizar os conhecimentos de alguma forma. Nos momentos em que foram utilizadas diferentes estratégias de aprendizagem, com atividades diversificadas, por exemplo, no laboratório de informática, experimentos no laboratório de Química, elaboração de mapas conceituais, resolução de problemas e trabalhos em grupo, que privilegiavam a investigação, a interação com os alunos em sala de aula, produziu-se a sensação de que as aprendizagens se concretizavam e, com isso, os estudantes e a pesquisadora se sentiam gratificados.

Todavia, como ir além dessas sensações, como saber se, de fato, as aprendizagens dos estudantes eram efetivas? O caminho para avançar nas respostas a essas indagações foi o da pesquisa. Dentre um vasto leque de possibilidades de investigação, a exploração das potencialidades da experimentação foi – talvez até, por uma afinidade pessoal e, também, como consequência natural de uma estratégia prévia bem-sucedida – a estratégia eleita para esse estudo. E, focalizando ainda um pouco mais, a ideia inicial foi a de verificar as potencialidades da experimentação em produzir aprendizagem significativa.

Essa expectativa, a de investigar com maior profundidade o efeito de atividades práticas em aulas de Ciências, encontra eco em documentos oficiais importantes, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) que, explicitamente, reconhecem o valor das atividades investigativas e incentivam o seu uso:

---

<sup>1</sup> Nesta pesquisa serão utilizados os termos estudante, aluno, discente e educando para fazer menção aos que frequentam estabelecimentos de ensino, que estão em processo de aprendizagem.

[...] O desenvolvimento científico e tecnológico acelerado impõe à escola um novo posicionamento de vivência e convivência com os conhecimentos capaz de acompanhar sua produção acelerada. A apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes. Estas metodologias estabelecem relação expositiva e transmissivista que não coloca os estudantes em situação de vida real, de fazer, de elaborar (BRASIL, 2013, p. 167).

Nesse documento oficial, com força de lei, é destacada a importância e certa urgência em oferecer ambientes de aprendizagem que sejam atraentes, motivadores, que estimulem a curiosidade, a investigação, que favoreçam conexões entre temas similares tratados em disciplinas diferentes. Nesse trabalho, investigar-se-á os potenciais efeitos de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), conceito desenvolvido por Moreira (2012b), que, como o próprio nome sugere, tem o potencial de proporcionar aprendizagens significativas, aproximando os conteúdos com o cotidiano dos discentes, colaborando, assim, para a formação de sujeitos autônomos e atuantes na sociedade, tal como prescreve a citação acima.

No ensino de Química em nível médio, é imprescindível privilegiar a observação, a problematização, a investigação, a pesquisa; é igualmente importante criar condições efetivas para que os alunos participem ativamente e estejam permanentemente dispostos a refletir sobre seu aprendizado, de modo a construí-lo e reconstruí-lo constantemente, como forma de apropriação dos conhecimentos, construção e reconstrução dessas que caracterizam nada menos do que verdadeiros recursos de ensino (MORAES, 2009). O docente neste contexto precisa ter conhecimento e entendimento, de modo a escolher e aplicar metodologias que satisfaçam as demandas e se encaixem, de um lado, aos objetivos pretendidos e, de outro, aos conteúdos e ao público a ser atendido. Moraes (2009) ainda destaca o papel central da fala, da leitura e da escrita em processos que envolvam a pesquisa no contexto escolar, processos esses que merecerão especial atenção ao longo desse texto.

As metodologias de ensino diversificadas, entre elas a experimentação, para estimular a construção/reconstrução do conhecimento, a curiosidade, a investigação, a observação, a elaboração de hipóteses, a solução de problemas, a colaboração entre colegas, colocando os discentes na posição de sujeitos ativos na construção de aprendizagens, mobilizando seu raciocínio e outras competências cognitivas superiores. Güllich e Silva (2013) destacam uma das diversas armadilhas que se interpõem na consecução dessas construções/reconstruções do conhecimento: o risco de reproduzir teorias e verdades científicas; então, mais adiante nesse texto explicitaremos o nosso entendimento acerca do que vem a ser a experimentação, e a

vigilância que deve ser exercida pelo docente / pesquisador para evitar cair nesse contexto de reprodução pura e simples.

Nesse momento, é necessário um novo recorte: se a experimentação satisfaz a uma propensão natural da pesquisadora, investigá-la exigirá que um tema que guie as atividades práticas seja definido. E aqui, novamente, preponderou uma afinidade pessoal da pesquisadora com um tema, os polímeros sintéticos, mas firmou-se esta escolha quando houve questionamentos/comentários por parte dos alunos sobre o tema, uma vez que haviam estudado na disciplina de Biologia o conteúdo de polímeros naturais e, segundo eles, polímeros seriam apenas os materiais plásticos. Logo, aqui se avistava uma possibilidade de intervenção didática.

Não aprofundaremos aqui a natureza dessa propensão, presume-se que ela tenha nascido de atividades bem-sucedidas na graduação, no curso de licenciatura em Química e, também, em estratégias de ensino associadas a esse tema ao longo dos anos de docência da pesquisadora. A experimentação, associada a estratégias com potencial de promover a aprendizagem de modo significativo, já foi perseguida por essa pesquisadora no seu percurso profissional de docente, não de maneira suficientemente formalizada, de modo a permitir a produção de argumentos que pudessem autorizar a afirmação de que a aprendizagem dos estudantes foi, de fato, significativa. Essa dissertação foi, então, a ocasião para refletir com profundidade sobre as estratégias empregadas e, a partir dessa reflexão, produzir elementos argumentativos a respeito, tanto da experimentação em ambiente escolar, quanto da significância do conhecimento produzido.

Cabe aqui uma distinção: a experimentação não envolve apenas atividades realizadas no interior de um laboratório didático, no qual os estudantes, à volta de bancadas e sob a orientação do professor, manipulam reagentes. Segundo o que afirma Giordan (1999), a experimentação por meio de simulação da realidade (experimentos realizados em sala de aula utilizando-se de materiais adaptados e/ou realizados em laboratório), ou simulação computacional (softwares educacionais, vídeos e/ou animações) tem, cada vez mais, expressiva importância e contribuição na construção do conhecimento científico no âmbito educacional. E isso por, primeiramente, envolver e despertar o interesse dos aprendizes, aguçar os sentidos e, posteriormente, por possibilitar melhores condições de aprendizado sendo, portanto, um recurso adicional a ser utilizado pelo docente.

As atividades experimentais, sejam quais forem as modalidades didáticas na qual elas se inserem, pressupõem um planejamento antecipado, sendo desejável que sejam problematizadoras, criativas, motivadoras e, acima de tudo, desencadeiem um ambiente

profícuo para debates/interações, entre aprendizes, e entre esses e o professor, já que o aprendizado pode ser favorecido pelo contexto em que os estudantes estão inseridos. Concomitantemente, como destacam Seré, Coelho e Nunes (2004) o mundo dos conceitos, das leis, das teorias e das linguagens simbólicas pode se fazer presente, com um mínimo de artificialismo. Voltaremos a esse aspecto do contexto mais adiante na dissertação.

As premissas estabelecidas no parágrafo anterior permitem assegurar que a experimentação num contexto didático não deve ter somente como objetivo que o estudante realize o experimento com a única intenção de “acertar o resultado”. A exploração de variantes do experimento, a discussão com colegas e com o professor, a formulação de hipóteses adicionais e outros atributos de uma boa atividade didática exploratória são, por certo, mais importantes do que simplesmente “acertar” ou “errar”. E se o erro tem algum papel aqui, esse papel deveria ser o de despertar novas ações investigativas. “O erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo” (GIORDAN, 1999, p. 46).

Um experimento não deveria ser proposto com o intuito de gerar assertivas tais como “faremos isto” e “o resultado é este”; é prudente que se aproveite todas as potencialidades de aprendizagem que esta estratégia oferece, seja antes da sua execução, durante ou depois. “A experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive” (GIORDAN, 1999, p. 46).

De acordo com Moreira (2012b), uma das primeiras ações lideradas pelo professor ao introduzir um novo tema poderia ser a de propor/criar situações para o levantamento e o registro dos conhecimentos prévios e as possíveis ligações do tema escolhido com o cotidiano dos estudantes. Partindo dessa premissa, detalharemos um pouco mais, no parágrafo a seguir, no que consistiriam essas ligações, tanto com eventuais conhecimentos prévios dos estudantes, quanto com a presença desse tema – os polímeros sintéticos – nos meios de comunicação. Iniciamos com uma breve descrição do que são os polímeros e de onde sua presença pode ser notada, tal como apresentado em livros-texto com os quais os estudantes de Ensino Médio têm contato.

“Polímeros são macromoléculas obtidas pela combinação de um número imenso (da ordem de milhares) de moléculas pequenas, os monômeros” (FONSECA, 2013, p. 214). Os

polímeros, por sua vez, dividem-se em: naturais, por exemplo, as proteínas, os polissacarídeos e os ácidos nucleicos; e artificiais ou sintéticos, que são os plásticos, o polietileno, o náilon, a borracha sintética, o poliéster, o acrílico, etc. Os polímeros sintéticos estão presentes em utensílios de nossa alimentação, nas nossas vestimentas, nas fraldas, pneus, brinquedos, garrafas, coletes à prova de balas, mamadeiras, cadeiras de praia, tintas, sacos e sacolas, tapetes, revestimento de painéis, para-choques de automóveis, tubos para encanamento, isolantes elétricos, pisos plásticos, entre outros, o que justifica a participação, importância e aplicabilidade na vida diária (PERUZZO; CANTO, 2006).

Como se depreende do parágrafo acima, a participação dos polímeros sintéticos, por diversas razões, é notória na vida dos estudantes. Sendo válida essa afirmação, a participação/interação dos mesmos ficará facilitada. Já de partida, ao se realizar um levantamento preliminar (questionários, discussões em grupos, mapa mental e/ou mapa conceitual, por exemplo), parte-se do conhecido para o desconhecido de modo a promover a reestruturação dos conhecimentos prévios dos estudantes, contemplando de forma significativa os conteúdos previstos nos projetos pedagógicos do colégio.

No que diz respeito à exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos polímeros sintéticos (MOREIRA, 2012b), após uma breve explanação sobre esse tema, os alunos são solicitados a expor situações do seu cotidiano, curiosidades, reportagens que tenham lido, etc. Se o objetivo é colher alguns dos conhecimentos prévios dos estudantes, é importante nesse momento incitá-los a fazer contribuições, inicialmente de forma ampla e irrestrita. O professor/pesquisador verifica e anota quais os assuntos são de interesse, úteis e/ou apontados como necessários pelos estudantes. Dessa forma, o docente já poderá ter uma ideia preliminar dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema; além disso, ele poderá perceber as formas pelas quais o tema se conecta com a vivência dos estudantes.

Provido destes registros, o professor/pesquisador pode elaborar um guia preliminar de atividades, que contemple um problema ou uma pergunta a ser investigada, onde os alunos possam, a partir daí, escolher e executar determinados procedimentos, observar, elaborar hipóteses, construir explicações, interagir com o docente e com seus colegas, socializar seus resultados e comparar o obtido com resultados atingidos e publicados por outros.

A diversidade de estratégias didáticas que se abrem a partir do que foi colocado acima é tal que até mesmo alguns impedimentos "tradicionais", como a falta de locais próprios para a experimentação em Química, podem ser superados. É relevante o número de escolas que não dispõem de espaço físico dedicado para atividades práticas (tanto as práticas convencionais, em

laboratórios de Química, quanto as virtuais, em laboratórios de informática); mesmo entre as que possuem, faltam equipamentos e/ou materiais. Diante desta conjuntura, há saídas interessantes.

Frente a essa realidade, o professor pode liderar situações de busca, adaptação e/ou criação de dispositivos experimentais, ação esta que contará, sempre que possível, com a participação dos alunos e de seus grupos familiares e/ou de colegas de seus ambientes de trabalho. É importante que se faça uso de materiais do cotidiano, pois utilizar o que o aluno já conhece pode facilitar a aprendizagem, conforme será argumentado mais adiante nesse texto.

Busca-se, então, investigar a temática acima explanada, na perspectiva de que, estando o docente preparado para trabalhar com aulas dinâmicas, abordagens contextualizadas e interdisciplinares com a utilização da experimentação, atividades diversificadas com temas sociais (do cotidiano), visando à articulação da teoria com a prática enfatizando a aprendizagem significativa. Desse modo, talvez se consiga dinamizar e obter melhores resultados nos processos de ensino e aprendizagem.

## **2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS**

### **2.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

De que forma a experimentação, num ambiente de aprendizagem de Química dirigido aos polímeros sintéticos, para educandos do Ensino Médio, contribui para a aprendizagem significativa?

### **2.2 OBJETIVO GERAL**

Propor numa UEPS e num ambiente de aprendizagem de Ciências voltado aos polímeros sintéticos, aqueles elementos que revelarem potencial para a aprendizagem significativa.

### **2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Promover momentos de discussão com vistas à elaboração, por parte dos estudantes, de mapas mentais, a fim de registrar os conhecimentos prévios desses acerca da temática "polímeros sintéticos";
- b) Elaborar procedimentos experimentais propícios ao compartilhamento de informações entre colegas;
- c) Construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada ao tema “polímeros sintéticos”;
- d) Avaliar, por meio das ferramentas padrão propiciadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa, indícios de aprendizagem significativa associados à UEPS proposta.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 VYGOTSKY E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

As atividades práticas e a experimentação, no contexto do ensino e da aprendizagem, têm primeiramente um caráter educativo que possibilita ao educando conviver em grupo, ouvir e se expressar, aprimorar o senso crítico a respeito de suas ideias e das dos colegas, aprender a argumentar e discutir sem se indispor com os demais, apresentar (verbalmente e por escrito) apontamentos acerca de determinada estratégia metodológica, desenvolver recursos para relacionar conceitos científicos uns com os outros (mapas mentais e conceituais), e explorar o papel ativo do educando possibilitando-o a interagir e compreender melhor os conhecimentos científicos. “Para Vygotsky, a construção do conhecimento nunca está assentada apenas em recursos individuais. Ela é sempre dependente da mediação social, para apropriação de significados num sistema simbólico” (MORTIMER, 2000, p. 170).

Essas atividades podem ser interativas (a partir do uso de computadores), com análise e interpretação de dados, resolução de questões, elaboração de modelos, interpretação de gráficos, pesquisas bibliográficas, entrevistas, formulação de hipóteses e coleta de dados de um experimento realizado no laboratório de Química (ROSITO, 2000, p. 196). Além das atividades práticas priorizarem o papel ativo e colaborativo dos estudantes, cria-se um ambiente motivador, que promove a constante interação entre professor-aluno, aluno-aluno e professor-professor, também permitem ao docente perceber se outras intervenções se fazem necessárias naquele momento.

Por outro lado, o professor não pode pensar nas atividades experimentais como única metodologia. Deve, portanto, incorporar estas atividades às aulas teóricas e discussões em grupo: a teoria sem o experimento não se basta, do mesmo modo que o experimento sem a teoria também não, ou seja, experimento e teoria se complementam. Uma está a serviço da outra.

Quando o professor realiza atividades experimentais, está possibilitando ao seu aluno um momento para que desenvolva habilidades, atitudes, valores, relações sociais e, por fim, conhecimento:

[...] Concebe-se conhecimento como um conjunto das informações, conceitos, princípios e teorias passíveis de serem aprendidos (compreendidos) através do contato direto com um fenômeno, da leitura de um livro, da participação ativa em uma aula, da assistência a um programa de TV, entre outras formas. O conhecimento que o aluno vai adquirindo e transformando é responsável pela interpretação que ele dá à



realidade. A visão do mundo dos indivíduos depende do seu conhecimento (MORAES; RAMOS, 1988, p. 117).

Nota-se como uma série de fatores pode propiciar a construção do conhecimento. O ambiente escolar é profícuo nesse sentido, visto que os docentes podem oportunizar ocasiões onde os alunos sejam provocados a explorar, buscar, vivenciar, conhecer o ambiente que os cerca, e assim estarão reconstruindo constantemente seu conhecimento: “a relação do conhecimento pode ser entendida como sendo a relação de um sujeito cognoscente com um objeto cognoscível” (VASCONCELLOS, 2004, p. 43). Diante disso, têm-se o professor como mediador desta relação educando-objeto de conhecimento. Toda construção de conhecimento é resultado de uma reestruturação do saber existente, mediada por interações.

A construção do conhecimento pode ser potencializada pelas interações sociais, que se caracterizam pelo envolvimento ativo entre o indivíduo e o contexto. Nas atividades experimentais, é fundamental que haja interação social/intercâmbio, compartilhamento de significados entre professor e aluno, onde se pressupõe que todos os envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem precisam se expressar e tenham a oportunidade para isso.

No ensino de Química, o excesso de aulas expositivo-dialogadas resulta em pouca ou, eventualmente, nenhuma aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009). Outra vez, é evidenciada a relevância de aproximar o conteúdo que se pretende ensinar com algo que o aluno já identifique (valorização das concepções prévias, especialmente como “ponte” para novas elaborações), permitindo que este novo entendimento interaja com conceitos já existentes, possibilitando uma reconstrução do conhecimento e, por consequência, uma aprendizagem significativa. A mera transmissão de conceitos sem contextualização e/ou problematização não é interessante quando o que se pretende é reelaborar saberes. As concepções prévias dos educandos também podem indicar ao professor quais caminhos devem ser percorridos, que conceitos precisam ser reelaborados e até mesmo quais questões do senso comum que precisam ser relativizadas.

As atividades experimentais podem proporcionar uma alternativa válida através da grande variedade de ocasiões de aprendizagem, ou seja, oportunizam aos aprendizes episódios que maximizam seu aprendizado e impulsionam as interações sociais: “[...] o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais; é por meio da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores [...]” (MOREIRA; MASSONI, 2015, p. 14).

Por consequência, o estudante pode construir um entendimento melhor dos conceitos científicos envolvidos se estiver imerso em um contexto colaborativo e repleto de relações

sociais, em especial a partir da postura investigativa, que idealmente ele poderá desenvolver, certamente, através da mediação ativa do professor.

[...] A presença de um problema que exige a formação de conceitos não pode, por si só, ser considerada a causa do processo, muito embora as tarefas com que o jovem se depara ao ingressar no mundo cultural, profissional e cívico dos adultos sejam, sem dúvida, um fator importante para o surgimento do pensamento conceitual. Se o meio ambiente não apresenta nenhuma dessas tarefas ao adolescente, não lhe faz novas exigências e não estimula o seu intelecto, proporcionando-lhe uma série de novos objetos, o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só os alcançará com grande atraso (VYGOTSKY, 1998b, p. 73).

Nas aulas de Química do Ensino Médio, a experimentação poderia ser utilizada com maior frequência, pois o professor (mediador), provido de diferentes recursos (texto, recurso computacional, livro, experimento realizado em laboratório e outros), pode colocar o estudante frente a situações variadas, contanto que com níveis de complexidade progressivos. No entanto, em se tratando de atividades experimentais realizadas em laboratório, oportunos questionamentos cercam essa “adoção”. Quais são os procedimentos a serem seguidos para a realização de atividades experimentais? Qual metodologia é adequada? Como avaliar a eficácia ou não dessa aplicação? Quais critérios são relevantes? Quais são os objetivos ao se propor tal metodologia?

Para que essa prática pedagógica seja empregada com uma maior eficácia, é conveniente ao docente um local adequado, materiais acessíveis (podendo ser até material adaptado), uma formação adequada e tempo que lhe permita, entre outras coisas, planejar as atividades que pretende desenvolver. Em alguns conteúdos pode haver a dificuldade de encontrar atividades ou não se dispor de todo o aparato necessário. Nesses casos, como proceder? Quais os obstáculos que impedem uma realização rotineira de atividades experimentais?

Ao se optar por experimentos que priorizem a motivação, que os estudantes consigam prever, conferir e discutir os resultados (sejam eles quais forem, esperados ou não), que sejam possíveis de serem visualizados, que surpreendam, superem as expectativas, que sejam eficazes e relativos aos conteúdos, que apurem as habilidades, que permitam uma melhor compreensão dos conceitos, enfim, contribuindo de alguma forma para desenvolvimento cognitivo. O docente, ao levar em consideração os conhecimentos prévios dos discentes, terá mais clareza para selecionar o que se propõe a ensinar e, muito provavelmente, passará longe de algo que seja excessivamente evidente e/ou familiar para os aprendizes. Esse princípio, aplicado ao tema dessa dissertação, indica que um experimento referente a algo que já é de conhecimento dos

alunos torna-se desnecessário, e terá pouco ou nenhum efeito na construção de novos significados.

O leitor notará que, apesar de bastante plausíveis, as ideias expressas no parágrafo anterior necessitam uma complementação importante. Sim, é pouco interessante tentar ensinar aos estudantes o que eles já sabem. Pode-se levar em consideração que todos os estudantes sabem (ou não sabem) as mesmas coisas? Certamente, não. Longe de representar um desacordo, essa diversidade de conhecimentos, vivências e habilidades apresentada pelos estudantes pode ser justamente um elemento a potencializar a construção de novos conhecimentos em um espaço colaborativo. É por essa razão que, ao utilizar a experimentação como prática pedagógica, apostamos na possibilidade de criar um ambiente desafiador, que toque as susceptibilidades dos estudantes, e que seja rico de interações sociais, tendo em vista a aprendizagem significativa.

### 3.2 A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL (ZDP) E A APRENDIZAGEM NO LABORATÓRIO

O docente, ao realizar sua aula no laboratório, tem a função de mediador/orientador de todas as etapas deste momento. Cabe a ele, na hora de escolher a atividade experimental, decidir qual o conteúdo que quer explorar e verificar a viabilidade para sua realização (tempo, espaço e materiais). Se o experimento almejado pelo professor se revelar de difícil execução ou mesmo impossível (alto risco envolvido, ou necessidade de equipamentos excessivamente sofisticados, ou qualquer outra razão similar), ele poderá ser explorado através de um vídeo ou animação. O professor carece de condições necessárias para planejar e testar previamente algumas partes do procedimento experimental, não para executar ele mesmo ações que os estudantes poderiam de modo satisfatório realizar sozinhos, e sim para poder atuar de maneira eficaz na condução das atividades. Assim, no momento da sala de aula, ele poderá se dedicar, por exemplo, a propor e coordenar atividades que favoreçam interações sociais, promovendo o compartilhamento (aluno-aluno, aluno-professor, professor-aluno) de conhecimentos ligados ao conteúdo que está sendo trabalhado.

Segundo Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

[...] é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1998a, p. 112).

Segundo Moraes (2000, p. 107), Vygotsky destaca que a aprendizagem ocorre a partir do social, da cultura e da linguagem. Ou seja, aprendemos, essencialmente, no meio cultural e linguístico em que estamos inseridos. O conhecimento não é um produto individual, é social, e os mecanismos do desenvolvimento cognitivo são de origem e natureza sociais, além de inerentes ao ser humano.

O aprender para Vygotsky engloba elementos centrais como linguagem, discurso e cultura:

[...] 1 – Todos estamos imersos num [sic] discurso cultural a partir do qual construímos nossos conhecimentos. 2 – A escola é fundamental na construção de conceitos científicos. 3 – Os conceitos podem ser tanto construídos de forma indutiva (concepções espontâneas, do senso comum) quanto de forma dedutiva (concepções científicas). 4 – A mediação do adulto e, especialmente do professor é essencial na aquisição de novos conceitos dentro da zona de desenvolvimento potencial dos alunos. 5 – O desenvolvimento de novos conceitos provoca transformações no significado dos conceitos já existentes, dando lugar a uma contínua reestruturação cognitiva do aluno (MORAES, 2000, p.114).

Gaspar (2014) afirma que a realização de atividades experimentais sob a óptica vygotskyana presume que um conjunto de conceitos pode ser ensinado e/ou aprendido por uma estratégia pedagógica sustentada em interações sociais mediadas pelo professor e/ou colaborador, o assim denominado "sujeito cognoscente", que domine e oriente acerca do conteúdo pretendido, em todas as etapas de sua execução. A presença do professor é primordial, porém às vezes ele será menos solicitado, o que permite identificar uma maior autonomia/protagonismo por parte dos educandos.

As atividades experimentais podem ocorrer de diferentes formas, de acordo com Gaspar (2014), como será explicitado nos parágrafos seguintes.

A demonstração experimental pode ser utilizada quando o aparato é de difícil montagem, envolve alto custo ou risco de manipulação. Apesar de, usualmente, ser o professor que manipula o aparato, ao explicar, ele provoca e organiza questionamentos, de modo a caminhar na direção de uma explicação que faça sentido aos aprendizes. Assim, o professor pode executar procedimentos para obtenção de dados e solicitar que o aluno construa gráficos, tabelas ou realize cálculos, com a colaboração eventual de seus colegas, para posterior discussão/argumentação no grande grupo.

Já as atividades experimentais realizadas por equipes de alunos podem ser guiadas por roteiros; o equipamento geralmente é de fácil manuseio e o tempo necessário para a execução

dos procedimentos investigativos é compatível com o disponível. Essas atividades são invariavelmente seguidas de discussões e produções relativas ao que foi executado.

As atividades experimentais de longa duração ou projetos extraclasses requerem orientação e acompanhamento por parte do professor. Essas atividades de maior duração exigirão clareza nos objetivos e um destaque especial no que diz respeito à importância do objeto de investigação. Elas são adequadas, por exemplo, para feiras de ciências.

Outro fator relevante que deve ser contemplado é a coerência entre o conteúdo e a atividade experimental, pois assim, as interações sociais, do ponto de vista prático e pedagógico, tornam-se favoráveis.

Associar teoria, prática e o cotidiano do estudante pode ajudá-lo a compreender melhor os conceitos e propiciar discussões enriquecedoras. No entanto é relevante que,

[...] ao decidir sobre o objeto de conhecimento que irá propor, [é essencial que] o professor tenha presente, em primeiro lugar, o conhecimento que eles já dispõem, as suas dúvidas e questionamentos e, a partir disso, selecione o que julgar mais útil para que possam usar como ferramentas na busca de um conhecimento mais profundo do seu mundo. Dessa forma, todo esse trabalho não se perderá no esquecimento (MORAES; RAMOS, 1988, p.118).

O ensino torna-se frutífero quando permeado pelo compartilhamento de significados entre professor e aluno. Este intercâmbio pressupõe que todos os envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem dialoguem e tenham a oportunidade de se expressar. Essa mediação de ações pela fala/linguagem, no interior de uma ZDP, tende a resultar na aprendizagem, oportunizando desenvolvimento cognitivo.

[...] o papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções mentais superiores, as linguagens, como o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, são muito mais importantes para ser levados em conta no ensino (MOREIRA, 1999, p. 120).

“O conhecimento tem sentido quando possibilita o compreender, o usufruir ou o transformar a realidade” (VASCONCELLOS, 2004, p. 40). Nessa perspectiva, ele contribui para que o sujeito entenda o mundo em que vive, sendo que este passa a lhe fazer sentido, permitindo que o modifique e/ou aproveite os seus benefícios.

No ambiente escolar o conhecimento pode ser:

[...] Significativo: que corresponda às reais necessidades dos educando e que esteja relacionado com suas representações mentais prévias; busca do que é relevante; Crítico: que não se conforme com o que está dado na aparência, com aquilo que é

manifestação imediata; que ajude a explicar o que se vive; Criativo: que possa ser aplicado, transferido para outras situações; que possa fazer avançar o conhecimento; que seja ferramenta de transformação; Duradouro: algo que se incorpora no sujeito como visão de mundo, que passa a fazer parte dele, porque significativo e bem aprendido (no momento certo, da forma adequada), de tal forma que, em qualquer situação de sua vida, o sujeito esteja apto a interferir na realidade (VASCONCELLOS, 2004, p. 40).

O docente sempre almeja que o discente construa seu próprio conhecimento. No entanto, sucessivas estratégias estão implicadas, e para que essas sejam efetivas, impõe-se a necessidade de criar situações que favoreçam o sujeito a desenvolver seu próprio entendimento pessoal da realidade, se posicionar criticamente, atuar nela. Os conteúdos, neste contexto, seriam, entre outros tantos, recursos para a consecução desse objetivo; teriam menos um papel central no processo, e mais um caráter de complemento.

### 3.3 A LINGUAGEM NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Moreira (1999, p. 110) enfatiza que, na perspectiva vygotskyana, a aprendizagem teria início no discurso social; somente depois ocorreria o processo de individualização. Os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) do indivíduo têm origem em processos sociais e serão mais facilmente atingidos se entendermos os instrumentos e signos que os mediam. O desenvolvimento cognitivo é a conversão destas relações sociais em funções mentais. Na medida em que o indivíduo se desenvolve cognitivamente, se torna capaz de socializar, e na socialização é que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores. Destarte, podemos identificar a configuração dialética, que permeia o pensamento de Vygotsky.

Se pensarmos na construção de conceitos científicos no ambiente escolar, com o uso excessivo de aulas expositivas (transmissão de informações prontas pelo professor), onde predomina a passividade dos estudantes (meros receptores), e a memorização sem um espaço dedicado às interações e/ou discussões, percebe-se um afastamento do que a perspectiva vygotskyana nos propõe.

Partindo destes pressupostos, o alvo será refletir como a linguagem aliada às interações sociais pode potencializar a construção de conhecimentos científicos nas instituições educativas.

### 3.3.1 A interação social e a linguagem na perspectiva vygotskyana

As relações sociais mediadas provocam a internalização (reconstrução interna de uma operação externa) de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais, peculiares ao ser humano. Essa mediação demanda instrumentos e signos, construídos culturalmente; com a interiorização destes é que se dá o desenvolvimento cognitivo. “As palavras, por exemplo, são signos linguísticos, os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos” (MOREIRA, 1999, p. 111).

Construindo e internalizando instrumentos e signos por meio de interações sociais o sujeito se desenvolve cognitivamente. À medida que ele faz uso de signos, as operações mentais também vão se aprimorando, e o mesmo ocorre com o domínio dos instrumentos que aos poucos vai se ampliando. “Os instrumentos são orientados externamente; constituem um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza” (MOREIRA, 1999, p. 113).

A interação social representa uma permuta de significados, o envolvimento ativo/interativo entre indivíduo e o contexto onde ele está inserido, a troca de informações entre sujeitos providos de diferentes conhecimentos e experiências. “Interação é uma ação nos dois sentidos: tem ida e volta. Influenciamos e somos influenciados. Modificamos o meio enquanto ele nos modifica. Construimos a realidade que nos constrói como pessoas capazes de conhecer” (BORGES, 2000, p. 215). Essas correspondências realizadas entre sujeitos e/ou sujeitos e objetos, são primordiais, pois, favorecem o progresso cognitivo e linguístico e a aquisição de significados. Torna-se “[...] o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído” (MOREIRA, 1999, p. 112).

Segundo Saussure (2002, p. 102-103), na metáfora do signo como um “balão de ar”, o signo possui uma “[...] natureza dupla que não consiste nem no envoltório e também não no espírito, no ar hidrogênio que insufla o que nada valeria sem o envoltório”. Entretanto, o signo, como um balão no ar, só existe “em funcionamento”, enquanto valor. Se o balão fosse “dissecado” em terra, de certa forma ele deixaria de ser o que era.

Dito de outra forma, signo “[...] é alguma coisa que significa outra coisa. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos. Gestos também são exemplos de signos. Os significados de palavras e gestos são construídos socialmente” (MOREIRA, 1999, p. 112). Para que o sujeito

internalize os signos, importantes mediadores sociais e individuais, ele deve perceber os significados compartilhados socialmente (daí vem seu “valor”); essa percepção ocorre via interação social, e trata-se de uma operação primordial para o desenvolvimento do ser.

Para Moreira (1999, p. 113), para internalizar um signo é necessário que este nos chegue de alguma forma, geralmente, por meio de outra pessoa (interação social). A este signo atribui-se um significado. Se este significado captado (reconstrução interna), for aplicado à outra pessoa, será socialmente aceito. “Em termos vygotskyanos, é na construção desses valores negociados que a fusão dos processos de representação<sup>2</sup> e comunicação ocorre, o que constitui o humano” (WERTSCH, 1998, p. 76).

O ensino deve ser favorecido pelo compartilhamento de significados entre o professor e o aluno. “A inteligência prática se refere ao uso de instrumentos e a inteligência abstrata à utilização de signos e sistemas de signos, dos quais a linguagem é o mais importante para o desenvolvimento cognitivo” (MOREIRA, 1999, p. 115). Este intercâmbio pressupõe que todos os envolvidos nas ocasiões de ensino e aprendizagem precisam dialogar e devem ter a oportunidade de se expressar. Essa mediação de ações pela fala/linguagem, próxima à ZDP, visadas pelo ensino, tendem a resultar na aprendizagem, oportunizando desenvolvimento cognitivo.

[...] o desenvolvimento da linguagem do indivíduo se dá da fala social (linguagem como comunicação) para a fala egocêntrica (linguagem como mediadora de ações) e desta para a fala interna. Esta, por sua vez, reflete numa independência cada vez maior em relação ao contexto extralinguístico que se manifesta por meio da abstração, que leva à conceitualização de objetos e eventos do mundo real. A internalização da fala leva à independência em relação à realidade concreta e permite o pensamento abstrato flexível, independente do contexto externo (GARTON, 1992, p. 92-93 apud MOREIRA, 1999, p. 115).

Podemos concluir que o pensamento de Vygotsky, segundo Moreira (1999), atribui à linguagem o papel importante no sistema de signos que é, portanto, elemento significativo para o desenvolvimento dos processos mentais superiores. O uso de signos linguísticos (palavras) permite a transposição do concreto para o abstrato (descontextualização). Diante dessa premissa, a formação de um conceito seria o produto de uma associação (signo-objeto) proveniente de uma interação social sendo que, após sucessivas experiências, aquele signo

---

<sup>2</sup> Representação (na acepção adotada por Moreira) é quando fazemos uma imagem mental de um objeto específico, “o meu gato”, por exemplo. Já quando fazemos alusão à categoria de todos os gatos, (os felinos) temos uma construção mais elaborada, temos um conceito. Conceitos também podem ser considerados como representações, além do que – e esse é um aspecto bastante relevante – possuem a particularidade de serem necessariamente compartilhados por uma determinada comunidade



passa a representar não somente um objeto em particular, mas todos os outros pertencentes àquela classe. Tudo o que foi exposto permite enfatizar que a ação de se expressar oralmente, interagir por meio da fala/linguagem constitui-se num elemento essencial para desenvolver conceitos e/ou adquirir significados.

### **3.3.2 A formação de conceitos sob a óptica de Vygotsky**

Segundo Vygotsky,

O desenvolvimento dos processos que finalmente resultam na formação de conceitos, começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que, numa combinação específica, formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurece, se configura e se desenvolve somente na puberdade. Antes dessa idade, encontramos determinadas formações intelectuais que realizam funções semelhantes àsquelas dos verdadeiros conceitos, ainda por surgir. No que diz respeito à composição, estrutura e operação, esses equivalentes funcionais dos conceitos têm, para com os conceitos verdadeiros, uma relação semelhante à do embrião com o organismo plenamente desenvolvido (VYGOTSKY, 1987, p. 50 apud MOREIRA, 1999, p. 118).

Ao professor que ensina cabe o ofício de desenvolver as funções mentais superiores (internalização de instrumentos e signos), oferecendo ambientes de interação onde a aprendizagem é condição para aprimorar tais funções dentro da ZDP. Ao professor caberia orientar/dirigir/mediar situações de aprendizagem, priorizando o compartilhamento de informações, visando que o educando progrida cognitivamente.

[...] Na perspectiva construtivista, interpretamos todas as nossas vivências (inclusive o que lemos e ouvimos), relacionando-as e interligando-as numa rede conceitual que faça sentido. Sem atribuição de sentidos, não há aprendizagem significativa. E os significados se vinculam muito mais à reflexão e ao debate do que à experimentação em si mesma (BORGES, 2000, p. 214).

No ambiente escolar é relevante que o docente aproxime o conteúdo que pretende ensinar com algo que o aluno já identifique (valorização das concepções prévias), permitindo que este novo entendimento interaja com conceitos já existentes, possibilitando uma reconstrução do conhecimento e, por consequência, uma aprendizagem significativa. Assim,

[...] o professor deve considerar esses conhecimentos do aluno para propiciar situações potencialmente geradoras de conflitos cognitivos e facilitadoras da transformação de esquemas conceituais. Atribui-se ao outro o papel de modular um processo cuja natureza é individual. A linguagem é admitida como importante por permitir a comunicação e por sua função de representar-expressar o pensamento (GÓES, 1997, p. 15).

A mera transmissão de conceitos sem contextualização e/ou problematização não é interessante quando o que se pretende é uma aprendizagem significativa.

### 3.3.3 O aprimoramento dos conceitos científicos

Para que o professor adote estratégias de ensino que favoreçam a formação de conceitos científicos é necessário que ele compreenda como acontece esse desenvolvimento. Nesse sentido,

[...] um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento mal começou: a palavra é primeiramente uma generalização do tipo mais primitivo; à medida que o intelecto da criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado – processo esse que acaba por levar à formação de verdadeiros conceitos. O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial (VYGOTSKY, 1998b, p. 104).

Fica explícito que a formação de conceitos científicos por mera repetição e/ou simples verbalização do professor pode não gerar aprendizagem alguma. Solicitar para que o aluno memorize e repita inúmeras vezes os conceitos também é uma prática vã. O desenvolvimento cria as potencialidades e o aprendizado as realiza (VYGOTSKY, 1998b, p. 117), portanto, é preciso partir da premissa que a construção de conceitos não se dá de forma mecanizada, e sim pelo aprimoramento de conceitos pré-existentes reestruturados por meios externos (interações sociais).

### 3.4 MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS

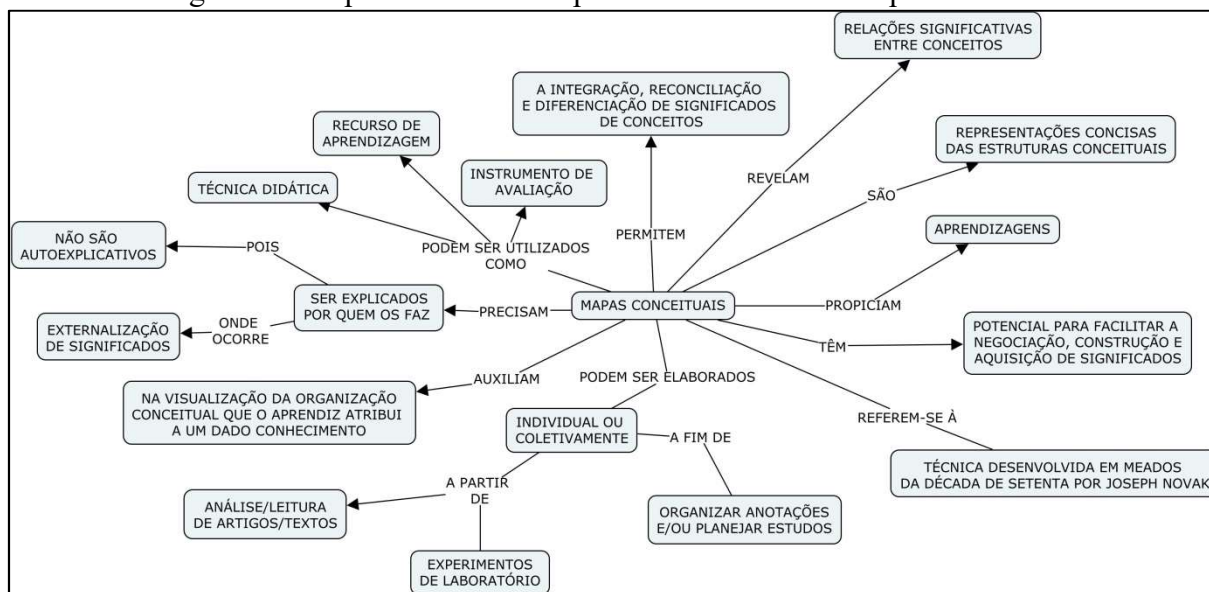
Os mapas mentais “[...] são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente” (MOREIRA, 2012a, p. 1). Destaca-se que este entendimento não é ainda tão elaborado e pode ser em parte científico, ou não. Em geral, o mapa mental não apresenta muitas interconexões, “as associações são completamente livres” (MOREIRA, 2012b, p. 10) e a maior parte das ramificações tem início em um elemento central. “Mapa mental é uma função natural

da mente humana – é o pensamento ‘irradiado’ livremente a partir de uma imagem central, ou de uma palavra-chave, como se fossem ramificações” (MOREIRA, 2012b, p. 10).

Mapas mentais: são associações livres de palavras, imagens, cores, números, enfim, tudo que vier à mente do sujeito a partir de um estímulo inicial. Qualquer mapa mental é potencialmente infinito. A mente humana é capaz de associar qualquer coisa com qualquer outra coisa. É essa capacidade que se reflete nos mapas mentais (MOREIRA, 2010, p. 70).

Já os mapas conceituais “[...] são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso” (MOREIRA, 2012a, p. 1). “Através de um mapa conceitual o aluno externaliza como está organizando conceitos e relações entre conceitos de uma determinada área de conhecimentos” (MOREIRA, 2013, p.32). Assim, em um ambiente de aprendizagem pode ser uma técnica que vise assessorar a aprendizagem significativa, pois requer que o usuário relacione, através de conectivos, os conceitos que julga importantes; “as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação” (MOREIRA, 2012b, p. 9). Eles apresentam, comumente, um número maior de ramificações e subdivisões: “mapas de conceitos são melhores para destacar conceitos, para dar-lhes o devido papel na compreensão humana, no desenvolvimento cognitivo humano” (MOREIRA, 2010, p.71). A Figura 1 evidencia as possibilidades/potencialidades dos mapas conceituais.

Figura 1 – Mapa conceitual das possibilidades de um mapa conceitual



Fonte: elaborado pela autora (2017), a partir de Moreira (2010).

Nesta pesquisa, os sujeitos foram convidados a elaborar um mapa conceitual com o intento de exprimir seu conhecimento prévio sobre o assunto em questão. Os saberes que ali registrados, foram aproveitados de modo a promover aprendizagens significativas.

### 3.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA VIA UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

[...] Aprendizagem significativa: aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação (MOREIRA, 2012b, p. 9).

Segundo Moreira (2012b), a estratégia denominada “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas” (UEPS) consiste em uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. É importante salientar, já de início, que essa abordagem pode ser uma alternativa para propostas meramente mecânicas, baseadas na memorização e reprodução de conteúdo.

As UEPS estão fundamentadas no princípio que não há ensino que não tenha por objetivo a aprendizagem, o ensino seria o meio e a aprendizagem o fim. Além de que, todos os recursos utilizados em prol do ensino e da aprendizagem precisam ser potencialmente significativos<sup>3</sup>. O objetivo desta abordagem consiste em “desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental” (MOREIRA, 2012b, p. 2).

A literatura da área é farta em exemplos de publicações ligadas diretamente às UEPS; selecionamos uma dezena delas, voltadas à Biologia, Física, Química e Matemática, no período 2013–2018 (artigos, dissertações, teses), com o objetivo de ilustrar essa profusão de publicações: Da Ronch, Zoch e Locatelli (2015); Marialva, Souza e Farias (2016); Miranda (2013); Montilla e Arrieta (2015); Pantoja, Moreira (2017); Pineda (2013); Rosa, Cavalcanti e Peres (2016); Schittler e Moreira (2014); Silva T., Silva, G. e Dantas Filho (2015); e Zapata (2014).

---

<sup>3</sup> “Material potencialmente significativo: o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais” (MOREIRA, 2012b, p. 10).

### 3.6 RELEVÂNCIA DA APRENDIZAGEM DE POLÍMEROS SINTÉTICOS NO ENSINO MÉDIO

“Polímeros (do grego: *poli*, “muitas”; *meros*, “partes”) são compostos químicos de moléculas muito grandes, formadas pela união de moléculas pequenas, chamadas monômeros” (FELTRE, 2005, p. 670, grifos do autor). A reação que produz o polímero denomina-se reação de polimerização, que consiste em uma molécula inicial (monômero) que vai se unindo a outras, todas iguais entre si, até chegar ao polímero (FELTRE, 2005).

Os polímeros sintéticos (artificiais) estão gradativamente ganhando espaço na contemporaneidade e impactando o ambiente ao mesmo tempo. Propiciam-nos certo conforto e praticidade, no entanto, quando vistos pela óptica ambiental, são problemáticos, pois necessitam de um tempo considerável para se decompor e, é importante ressaltar, durante este procedimento, emitem gases. Além disso, sacos e sacolas plásticas descartados nas ruas podem entupir bueiros, o que facilita as enchentes, copos plásticos e garrafas colocadas em locais inadequados podem acumular água, o que pode levar, por exemplo, à disseminação de insetos. Outro problema ambiental é o descarte deste tipo de material em locais próximos a rios, lagos e mares, causando, entre outros transtornos, danos às espécies ali existentes.

De acordo com Peruzzo e Canto (2006), no Ensino Médio, é relevante propor situações de aprendizagem que permitam aos estudantes:

- a) perceber a presença destas substâncias no seu cotidiano;
- b) entender a necessidade de discussão de aspectos positivos e negativos referentes ao uso dos polímeros sintéticos na contemporaneidade;
- c) explorar conceitos químicos possíveis dentro do tema: reconhecimento de grupos funcionais<sup>4</sup> orgânicos, noções das principais reações para obtenção de polímeros e propriedades físicas e químicas;
- d) refletir sobre suas atitudes frente ao uso/consumo excessivo destes compostos;
- e) analisar e discutir o impacto que estes compostos causam ao meio ambiente;
- f) sugerir possíveis soluções para amenizar tais situações, dentre elas, o consumo consciente, a importância de separar o lixo nas residências, técnicas de reciclagem e a reutilização desses materiais com a possibilidade de produzir outros objetos;
- g) compreender como ocorre a reciclagem e a sua importância;

---

<sup>4</sup> “O grupo funcional é um agrupamento de átomos responsável pela semelhança no comportamento químico de uma série de compostos diferentes” (FONSECA, 2013, p. 27).

h) diferenciar, pela simbologia trazida nas embalagens plásticas, os diferentes tipos de polímeros.

Assim, ainda de acordo com Peruzzo e Canto, ficam evidentes as inúmeras possibilidades de aprendizagem que esta temática apresenta indo ao encontro das competências propostas nos PCN's:

As competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dizem respeito aos domínios da representação e comunicação, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; da investigação e compreensão, ou seja, o uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina; e da contextualização sociocultural, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas (BRASIL, 2007, p. 88).

Então, parte do que é preconizado nessa dissertação consiste em abordar a temática selecionada, polímeros sintéticos, de forma natural, considerando os conhecimentos preliminares, a vivência dos estudantes, as informações que possuem sobre polímeros, onde os utilizam rotineiramente, que reportagens já leram (talvez, jornais revistas e/ou redes sociais) ou assistiram na televisão, de onde vêm (como são produzidos), se é possível substituir o que usam por outros materiais, se têm sucesso em relacionar situações do seu dia a dia com o que é exposto na mídia, evidenciando a importância que têm a Química e as inovações tecnológicas na sociedade como um todo. “É imprescindível que o processo de ensino-aprendizagem decorra de atividades que contribuam para que o aluno possa construir e utilizar o conhecimento” (BRASIL, 2007, p. 93).

Os conceitos que o docente tem por objetivo que o estudante compreenda irão se acomodar – espera-se – nesses “conceitos” formados até então. E, através das interações que as diferentes atividades proporcionam no seu decorrer e de modo colaborativo, potencializariam a aprendizagem significativa. “O pensamento tem que passar primeiro pelos significados e depois pelas palavras” (VYGOTSKY, 1998b, p.186).

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO

Partindo do problema de pesquisa – de que forma a experimentação, num ambiente de aprendizagem de Química voltado aos polímeros sintéticos, para educandos do Ensino Médio, contribui para a aprendizagem significativa? –, dados empíricos foram construídos, registrados e analisados, por meio de uma sequência didática, proposta por M. A. Moreira (MOREIRA, 2012b), conhecida no meio educacional como UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, sequência essa que será resumida mais adiante nesse texto, e cuja aplicação será detalhada no capítulo 5. Além disso, foi planejada uma intervenção para o tratamento desse problema, após a implementação, observação, compilação e descrição dos efeitos desta ação, cuja eficácia foi avaliada. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e com procedimentos que caracterizam uma pesquisa-ação.

### 4.1 LOCAL DA PESQUISA E PÚBLICO PARTICIPANTE

Os dados da pesquisa foram construídos em um colégio da rede particular de ensino localizado na cidade de Bento Gonçalves. Tal estudo deu-se na disciplina de Química, com a turma da 3ª série do Ensino Médio a qual faziam parte, no ano de 2017, sete estudantes, sendo três meninas e quatro meninos. Ressalta-se que, no período da realização da atividade, a autora da dissertação era a professora titular do componente curricular em questão.

Para a aplicação da UEPS, primeiramente foi apresentada a proposta para a coordenadora pedagógica do colégio que prontamente permitiu sua execução. Posteriormente, a proposta foi apresentada para a turma que, ao final da apresentação, concordou em participar. Os pais e/ou responsáveis ficaram cientes, pois, juntamente com os estudantes, receberam e assinaram a Declaração de Participação e Autorização de Uso das Informações Obtidas pela Pesquisa (Apêndice A). Posteriormente foi informado aos participantes que o assunto a ser trabalhado seria Polímeros Sintéticos e se tratava de um conteúdo da disciplina de Química. Aqui fica evidenciado o passo 1 da UEPS, no qual é prevista a especificação do tema, bem como sua relação com o componente curricular. Destaca-se aqui que o tema em questão foi selecionado pela docente a partir de uma necessidade/carência explanada pelos estudantes sobre a temática dos polímeros.

As aulas de Química aconteceram às segundas-feiras, no turno da tarde, com duração total de 3 horas. Uma parte do tempo utilizado foi destinada à UEPS e, o restante, para os

conteúdos que eram sugeridos pelo material didático da instituição. As horas destinadas à UEPS, objeto dessa dissertação, aparecem discriminadas a seguir.

#### 4.2 PERÍODO DE REALIZAÇÃO

A proposta foi apresentada para os estudantes no dia 10 de abril de 2017 – Passo 1 da UEPS: definição do tópico de estudo. Na semana seguinte, em 17 de abril de 2017, os estudantes entregaram a declaração assinada pelo(a) responsável (Apêndice A). A execução da UEPS aconteceu em sete encontros, totalizando catorze horas presenciais. Cabe aqui enfatizar que durante o período de andamento da UEPS os estudantes precisaram desenvolver algumas tarefas fora do horário de aula.

A distribuição da carga horária por encontro está ilustrada no Quadro 1:

Quadro 1 – Distribuição da carga horária de cada encontro e passo da UEPS efetivado

| <b>Nº do encontro</b> | <b>Data do encontro</b> | <b>Duração do encontro</b> | <b>PASSO DA UEPS PROPOSTA</b>                                                                              |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                     | 8 de maio de 2017       | 2 horas                    | 2 – Manifestação dos conhecimentos prévios por parte dos estudantes;<br>3 – Propor situações problema;     |
| 2                     | 15 de maio de 2017      | 1 horas                    | 4 – Expor o novo conhecimento que se pretende ensinar/ aprender;                                           |
| 3                     | 22 de maio de 2017      | 3 horas                    | 5 – Retomar os conteúdos utilizando diferentes estratégias contemplando níveis de complexidade crescentes; |
| 4                     | 29 de maio de 2017      | 2 horas                    | 5 – Retomar os conteúdos utilizando diferentes estratégias contemplando níveis de complexidade crescentes; |
| 5                     | 5 de junho de 2017      | 2 horas                    | 5 – Retomar os conteúdos utilizando diferentes estratégias contemplando níveis de complexidade crescentes; |
| 6                     | 19 de junho de 2017     | 2 horas                    | 6 – Retomar de modo integrador;                                                                            |
| 7                     | 26 de junho de 2017     | 2 horas                    | 7 – Avaliação da aprendizagem.                                                                             |

Fonte: elaborado pela autora (2017).

#### 4.3 PESQUISA DE ABORDAGEM QUALITATIVA

Utilizou-se uma abordagem qualitativa para a presente pesquisa e, assim, buscou-se compreender, explicar e descrever a questão que guia essa investigação, de cunho predominantemente social, o contexto e as relações (também predominantemente) sociais, a



fim de construir informações, de sorte que estas sejam as mais reais possíveis, por conta da inevitável subjetividade e não neutralidade por parte do pesquisador.

[...] Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. Na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado (SILVEIRA; CÓRDOVA 2009, p. 32).

Salienta-se que, nesta perspectiva, o docente e, então pesquisador, encontra-se inserido no contexto de investigação, descreve detalhadamente a realidade e os dados relevantes referentes aos sujeitos participantes da sua pesquisa, faz os registros escritos, fotos e vídeos, ouve, observa e interpreta. Adicionalmente, conforme será detalhado na próxima sessão, o pesquisador (e docente), na medida em que colhe dados, também adapta e/ou altera as planificações de seus procedimentos e ações, modificando assim o ambiente no qual se dá a pesquisa, dado que os estudantes participantes percebem o “retorno” que suas ações provocam, e podem influir diretamente nos aspectos desse retorno. É importante salientar que, compreendendo a pesquisa ação como um processo, é natural que ao longo de uma pesquisa cujas intervenções estão limitadas no tempo sejam reunidas evidências qualitativas do estabelecimento desse processo; não seria razoável (nem realista) esperar encontrar evidências de transformações profundas e completas.

#### 4.4 A PESQUISA-AÇÃO COMO PROCEDIMENTO

Esta intervenção/investigação social, em pequena escala, salienta-se por diagnosticar um problema em um contexto específico a fim de propor uma possível resolução, ou seja, transformar a realidade analisada. No atual contexto, possibilitará ao docente experimentar uma nova maneira de ensinar e, consequentemente, construir novos conhecimentos a partir de sua própria prática (MOREIRA; CALEFFE, 2008). A presente pesquisa-ação sustenta-se na proposta: “Geração de conteúdo com base em ações empreendidas a título de experimentação em situações reais. Como tirar os ensinamentos da experiência?” (THIOLLENT; COLETTE, 2014 p. 213). As modificações são constantemente avaliadas e o principal objetivo é aperfeiçoar a prática, não deixando de lado o comprometimento para com a ação e os sujeitos implicados na pesquisa. Daí a necessidade de registrar no diário de campo as percepções.

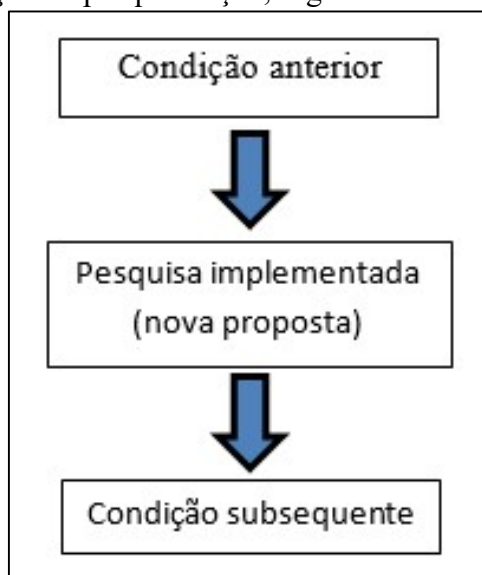
[...] A pesquisa-ação na escola e na sala de aula é um meio: a) de sanar os problemas diagnosticados em situações específicas, ou melhorar de alguma maneira um conjunto de circunstâncias; b) de treinamento em serviço, portanto, proporcionando ao professor novas habilidades, métodos para aprimorar sua capacidade analítica e o fortalecimento da autoconsciência; c) de introduzir abordagens adicionais e inovadoras no processo de ensino-aprendizagem e aprender continuamente em um sistema que normalmente inibe a mudança e a inovação; d) de melhorar a comunicação entre o professor praticante e o pesquisador acadêmico na tentativa de remediar a deficiência da pesquisa tradicional de dar prescrições claras; e e) de proporcionar uma alternativa à solução de problemas na sala de aula (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 92).

Assim, o docente torna-se também o pesquisador, ou seja, adere a uma postura participante, na busca de novas possibilidades de ensinar e de propor modificações, reflexões e aperfeiçoamento da sua prática pedagógica, ações essas nas quais acabará por exprimir sua “bagagem” teórica em ações cooperativas e/ou participativas no seu contexto de atuação.

Professores e alunos não são consumidores de conhecimento, são produtores dialogando por meio da pesquisa, com cooperação ou colaboração, a seu alcance por meio de interações, observações, leitura e reflexão. Essa reflexão acerca de seu desempenho pode implicar em novos conhecimentos para o pesquisador; no entanto, a ação requer um planejamento diante do contexto de investigação (THIOLLENT; COLETTE, 2014, p. 213).

A pesquisa-ação, de acordo com Moreira e Caleffe (2008), pode ser ilustrada da seguinte forma:

Figura 2 – Evolução da pesquisa-ação, segundo Moreira e Caleffe (2008).



Fonte: adaptada de Moreira e Caleffe (2008).

Esta estratégia de pesquisa caracteriza-se pelo papel ativo do professor/pesquisador, que busca conhecimento sobre as adversidades de sua vivência junto aos estudantes, sujeitos da

pesquisa, tendo em vista a modificação intencional da realidade em que se insere (TRIPP, 2005). Reiterando o que foi afirmado anteriormente, também se faz necessário enfatizar que “a ação educacional a ser estudada e estimulada pela pesquisa-ação deve contribuir para transformar processos, mentalidades, habilidades e promover situações de interação entre professores, alunos e membros do meio social circundante” (THIOLLENT; COLETTE, 2014 p. 212).

Cabe destacar a sintonia natural que ocorre entre os princípios preconizados pela pesquisa-ação e a premissa teórica que sustenta esse trabalho, o cognitivismo de Ausubel e Moreira. Essa sintonia pode ser evidenciada, por exemplo, na seguinte asserção: se para o professor é importante tentar conhecer o que o estudante já sabe,<sup>5</sup> e a partir daí elaborar e executar suas estratégias didáticas, necessariamente essas estratégias serão consequência dessa consulta prévia (o que já configura um procedimento de pesquisa), e o que daí resultar apresentará, em maior ou menor grau, os reflexos dessa consulta. Assim, a ação posterior do professor (pesquisador) fica – em boa parte – condicionada por essa condição preliminar. Para completar esse argumento, cabe destacar também que esta conduta de ouvir o estudante e, a partir dessa escuta, redesenhar ações futuras, não precisa se restringir ao início de uma estratégia didática de ensino e aprendizagem, ele pode permear esse processo do começo ao fim, transformando-se, se o leitor permitir certo abuso de linguagem, numa verdadeira **atitude** incorporada pelo professor: ouvir o estudante, agir em consequência.

Na abordagem de pesquisa-ação, o docente desempenha um papel de pesquisador sobre: o conteúdo do ensino; o grupo; a didática; a comunicação; a melhoria da aprendizagem dos estudantes; os valores da educação; e o ambiente em que esta ocorre. O professor-pesquisador tem autonomia. Seu ensino está embasado em pesquisa e não em conhecimentos prontos, codificados em material de instrução (THIOLLENT E COLETTE, 2014 p. 213).

#### 4.4.1 Pesquisa-ação crítico-colaborativa

Essa dissertação trata de uma pesquisa-ação colaborativa, visto que a pesquisadora está inserida no contexto pesquisado e, de modo colaborativo, trabalha com os participantes envolvidos e, também, promove interação entre eles. Destaca-se que

---

<sup>5</sup> Essa premissa da Psicologia Educacional de Ausubel, Novak e Hanesian é tão importante para esses autores que aparece em destaque, antes mesmo do prefácio. Essa citação acabou por tornar-se o “lema” do cognitivismo, e como tal foi citada inúmeras vezes ao longo do tempo. Mesmo assim, faremos a transcrição aqui: “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, NOVAK e HANESSIAN, 1980, p. IX).

a colaboração em pesquisa-ação tem sido elemento desencadeador de formação e mudança participativa. A colaboração e a crítica que fundamentam o processo de pesquisa-ação colaborativo-crítica se sustenta em um projeto de modificação das relações hierárquicas nos contextos de formação, assumindo os profissionais da Educação como intelectuais autônomos em seus saberes e capazes de reinventar suas práticas a partir da pesquisa, entendendo-a, assim, como processos de mudança e de elaboração de novas práticas coletivas (JESUS, VIEIRA, EFFGEN, 2014, p. 778).

Enfatiza-se que essa mudança que emerge pode ser eventualmente pequena, desde que se manifeste de forma gradativa, e configure assim a emergência de um processo. A pesquisadora e os participantes precisam agir, dialogar, negociar e refletir a todo instante, ou seja, essa estratégia pode ser constantemente avaliada e reestruturada.

É esse processo que mescla investigação, ação-reflexão-ação, movimentos coletivos e uma atitude propositiva diante do vivido (nutrida pela reflexão crítica) que faz da pesquisa-ação uma possibilidade de o pesquisador compreender a realidade social e, simultaneamente, produzir novos-outros conhecimentos e constituir espaços de formação com os sujeitos envolvidos no estudo, na busca de novas linhas de pensamento e de ação (JESUS, VIEIRA, EFFGEN, 2014, p. 779).

Nesse sentido, a pesquisa-ação crítico-colaborativa

[...] tem contribuído para provocar movimentos nas situações que desafiam as propostas de ensino, mas também como um campo teórico sobre a produção do conhecimento acerca do ato de ensinar-aprender, ao adotar a relação ação-reflexão-ação como eixo central dessa dinâmica de construção (JESUS; VIEIRA; EFFGEN, 2014, p. 785).

É como se novas formas de ensinar e aprender fossem apontadas a partir da cooperação/colaboração, criticidade, reelaboração das ações e pequenas mudanças evocadas pelo meio que se pretende intervir.

#### 4.5 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os passos da UEPS são descritos brevemente a seguir, a partir de uma adaptação de Moreira (2012b, p. 3-5):

1. Definição do tópico escolhido. Os aspectos declarativos e procedimentais devem considerar as premissas do plano pedagógico da escola;
2. Criação e/ou proposição de situações, tais como debates, questionamentos (eventualmente sob forma de questionário), mapas conceituais e/ou mentais, situações problema, entre outros. O objetivo aqui é propiciar ao aluno a externalização do seu

conhecimento prévio sobre o tema, seja esse conhecimento prévio válido ou não, do ponto de vista da matéria de ensino;

3. Proposição de situações-problema, num nível introdutório, a partir do conhecimento prévio do aluno. Essas situações têm com o objetivo de “preparar o terreno” para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; essas situações funcionam, utilizando o jargão dos cognitivistas, como uma espécie de organizador prévio;<sup>6</sup>

4. O conhecimento a ser ensinado/aprendido é apresentado, partindo inicialmente dos aspectos mais gerais, mais inclusivos, que deem uma visão geral do todo, para em seguida exemplificar, concretizar o que está sendo trabalhado de alguma forma. Estratégias de ensino, tais como atividades colaborativas em pequenos grupos, seguidas de atividades de apresentação ou discussão em grande grupo são recomendáveis nessa fase;

5. Os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, podem agora ser retomados em nova apresentação, num nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema agora já podem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. É um bom momento para que uma nova atividade colaborativa, que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador, seja proposta; exemplos dessa nova atividade poderiam ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V,<sup>7</sup> um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc.;

6. Nesse estágio, as características mais relevantes do conteúdo abordado devem ser retomadas numa perspectiva integradora, o que pode ser concretizado pela via de uma nova apresentação dos significados. Novas situações-problema podem ser propostas e executadas pelos estudantes em níveis mais altos de complexidade; eles podem fazê-lo por meio de atividades colaborativas, que posteriormente serão apresentadas e/ou

---

<sup>6</sup> Para Ausubel (apud MOREIRA, 2017, p. 149) “[...] a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento”.

<sup>7</sup> “Diagrama V: é um instrumento heurístico, criado por D. B. Gowin (1981), para facilitar a compreensão do processo de construção do conhecimento; por isso mesmo, é também chamado de Vê epistemológico. No centro do V está a questão-chave, a pergunta básica de um processo de produção de conhecimento; no lado esquerdo está o domínio conceitual (conceitos, princípios, teorias, filosofias) e no direito o domínio metodológico (registros, dados, transformações metodológicas, respostas tentativas à questão-básica). Em termos simples, pode-se dizer que o lado esquerdo do V corresponde ao pensar e o lado direito ao fazer; a produção de conhecimentos resulta da interação entre um domínio conceitual (pensar) e um domínio metodológico (fazer). Na ponta do Vê está o evento ou o objeto de estudo do qual são feitos registros que transformados metodologicamente geram asserções de conhecimento (respostas) sobre as quais são feitas asserções de valor” (MOREIRA, 2012b, p. 9).

discutidas em grande grupo; a mediação do docente é muito importante também nessa fase;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS só fará sentido nesse contexto se for progressiva e recursiva, através do registro de tudo o que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Se for realizada uma avaliação somativa individual, ela deverá ocorrer após o sexto passo e, nela, as questões/situações que forem propostas devem, idealmente, envolver compreensão, captação de significados e, dentro do possível, alguma capacidade de transferência;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se forem encontradas evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo, por isso, a ênfase é em evidências, não em comportamentos finais.

A “materialização” desses passos será apresentada no capítulo 5; e como poderá ser constatado nessa apresentação, os oito passos apontados acima foram seguidos, não à risca, mas de modo a preservar o que há de essencial em cada um deles.

#### 4.6 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A técnica utilizada para a coleta de dados é o diário de campo, que constitui-se em um

[...] instrumento de anotações, um caderno com espaço suficiente para anotações, comentários e reflexão, para uso individual do investigador em seu dia a dia. Nele se anotam todas as observações de fatos concretos, fenômenos sociais, acontecimentos, relações verificadas, experiências pessoais do investigador, suas reflexões e comentários. Ele facilita criar o hábito de escrever e observar com atenção, descrever com precisão e refletir sobre os acontecimentos. (SILVEIRA; CÓRDOVA 2009, p. 76).

Durante o encontro a docente fez anotações, registros fotográficos e depois realizou uma descrição detalhada das atividades propostas, das intervenções feitas, da participação, das contribuições e das produções dos estudantes. O diário de campo possibilitou “o registro das informações, observações e reflexões surgidas no decorrer da investigação ou no momento observado” (SILVEIRA; CÓRDOVA 2009, p. 76). Com base nesses registros o planejado foi seguido ou, se necessário, ajustado/adaptado. Juntamente com o relato dos fatos foram feitas inserções das percepções da pesquisadora.

Os dados foram analisados a partir da técnica da análise textual discursiva. Esta técnica de examinar os dados é constituída de três elementos, unitarização, categorização e comunicação, segundo Moraes (2003) e Moraes e Galiuzzi (2006). A unitarização consiste em desmontar/fragmentar o material a ser analisado; a categorização significa estabelecer relações a fim de formar algo maior, as categorias e, por conseguinte, elaborar uma visão ampla do produzido nas etapas anteriores e como resultado, o metatexto. A comunicação desses dados aparece a seguir, no capítulo 5 – Resultados da Implementação da UEPS (sob forma de relato do que ocorreu durante os encontros), e no capítulo 6 – Análise e Discussão de Dados. A construção desse metatexto se deu tendo como linha condutora a coleta de evidências da aprendizagem significativa, a partir das estratégias de avaliação propostas por Moreira (2017, p. 172).

As categorias estabelecidas a priori, ou seja, antes da execução da UEPS, foram as que seguem:

- a) a análise do contexto, da perspectiva de ser propício (ou não) à emergência de atividades colaborativas, envolvendo os estudantes entre eles, e os estudantes e o professor/pesquisador;
- b) os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes (mapas mentais, evidências colhidas nas apresentações), associados aos indícios de aprendizagem significativa, especialmente pela via dos mapas conceituais;
- c) o olhar sobre a experimentação realizada, à luz da fundamentação teórica estabelecida (aprendizagem colaborativa, UEPS).

#### 4.7 AVALIAÇÃO

A avaliação somativa individual, entendida aqui estritamente como a avaliação feita ao final do processo, se deu pelo comparativo entre o mapa mental e o mapa conceitual, visto que cada estudante elaborou seu mapa mental no primeiro encontro da UEPS e construiu um mapa conceitual no último encontro.<sup>8</sup> No mapa mental foram analisadas as evidências prévias sobre o tema, quais palavras-chave foram utilizadas e se tinham relação ou não com o assunto, e se houve, ou não, hierarquia na forma de dispor essas palavras. Nos mapas conceituais foi

---

<sup>8</sup> Não incluímos aqui detalhes da atribuição do grau final a cada estudante pelo fato deste aspecto não ter sido destacado, já de partida, como parte do tema de pesquisa, e por estar fora do âmbito de ação da pesquisadora. No entanto, asseveramos aqui que todos os aspectos formais da avaliação da escola a qual pertencem os estudantes participantes foram respeitados, e os elementos da UEPS aqui proposta foram considerados, sem necessidade de nenhuma adaptação.

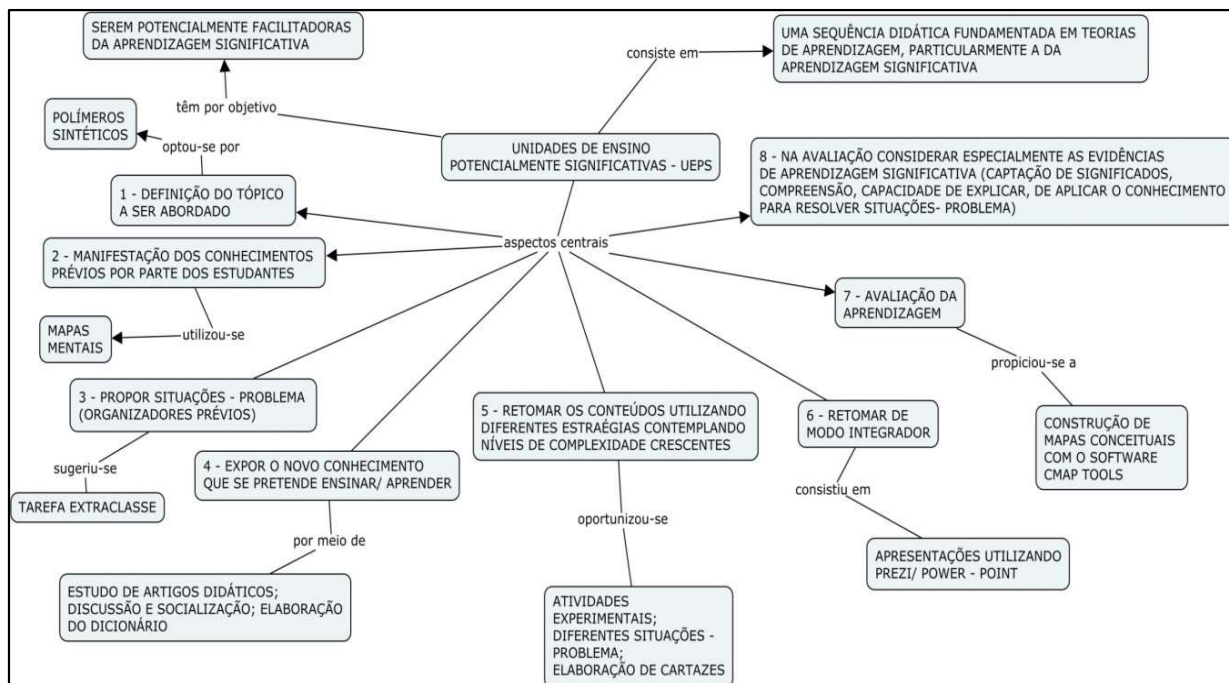
verificar se o estudante distinguiu adequadamente entre conceitos-chave e conceitos secundários; se o número de conceitos, em relação aos prévios foram ampliados; se houve a incorporação dos conectivos de modo a interconectar os conceitos e se, por fim, foi possível perceber na explicação oral se houve aquisição de significados.

Já a avaliação formativa ocorreu a partir da análise das evidências de aprendizagem reunidas no diário de campo: realização, apresentação e explicação das atividades propostas em sala de aula; participação ativa durante os encontros; tarefas feitas em casa; percepção das expressões orais e/ou escritas e presença de conceitos novos e/ou mais elaborados e/ou interconectados com os conceitos norteadores do tema. É importante salientar que a avaliação somativa final constitui-se de fato na culminação de algo que já vinha sendo monitorado pela pesquisadora, a saber, os elementos indicativos de aprendizagem coletados ao longo de toda a trajetória.



## 5 RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA UEPS

Figura 3– Esquematisação das situações propostas em cada um dos passos da UEPS



Fonte: elaborado pela autora (2018), a partir de Moreira (2012b).

### 5.1 ENCONTRO 1 – LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES E CONSTRUÇÃO DE UM MAPA MENTAL

Esse encontro ocorreu em 8 de maio de 2017, teve duas horas de duração, e correspondeu ao passo 2 da UEPS, que consiste em preparar e proporcionar circunstâncias para que os conhecimentos prévios sejam expostos. Os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes, neste encontro, retratam a condição anterior da pesquisa-ação, isto é, aquela que após o término de implementação da UEPS, espera-se que seja modificada.

Nesse contexto, foi ofertado um momento com questionamentos para que o grupo de participantes pudesse manifestar seu conhecimento prévio, de forma oral e escrita, sobre o assunto em questão. Essa manifestação ocorreu conforme descrito a seguir. Foi solicitado aos estudantes que formassem duas equipes conforme desejassem. Ficou combinado que um integrante de cada equipe, após consenso entre os colegas, escreveria no quadro uma palavra referente ao tema “Polímeros Sintéticos” e/ou referente aos questionamentos feitos pela docente. As indagações feitas pela pesquisadora e as respostas fornecidas pelas duas equipes aparecem no Quadro 2. Os registros no quadro da sala de aula, feito pelos estudantes, dos seus

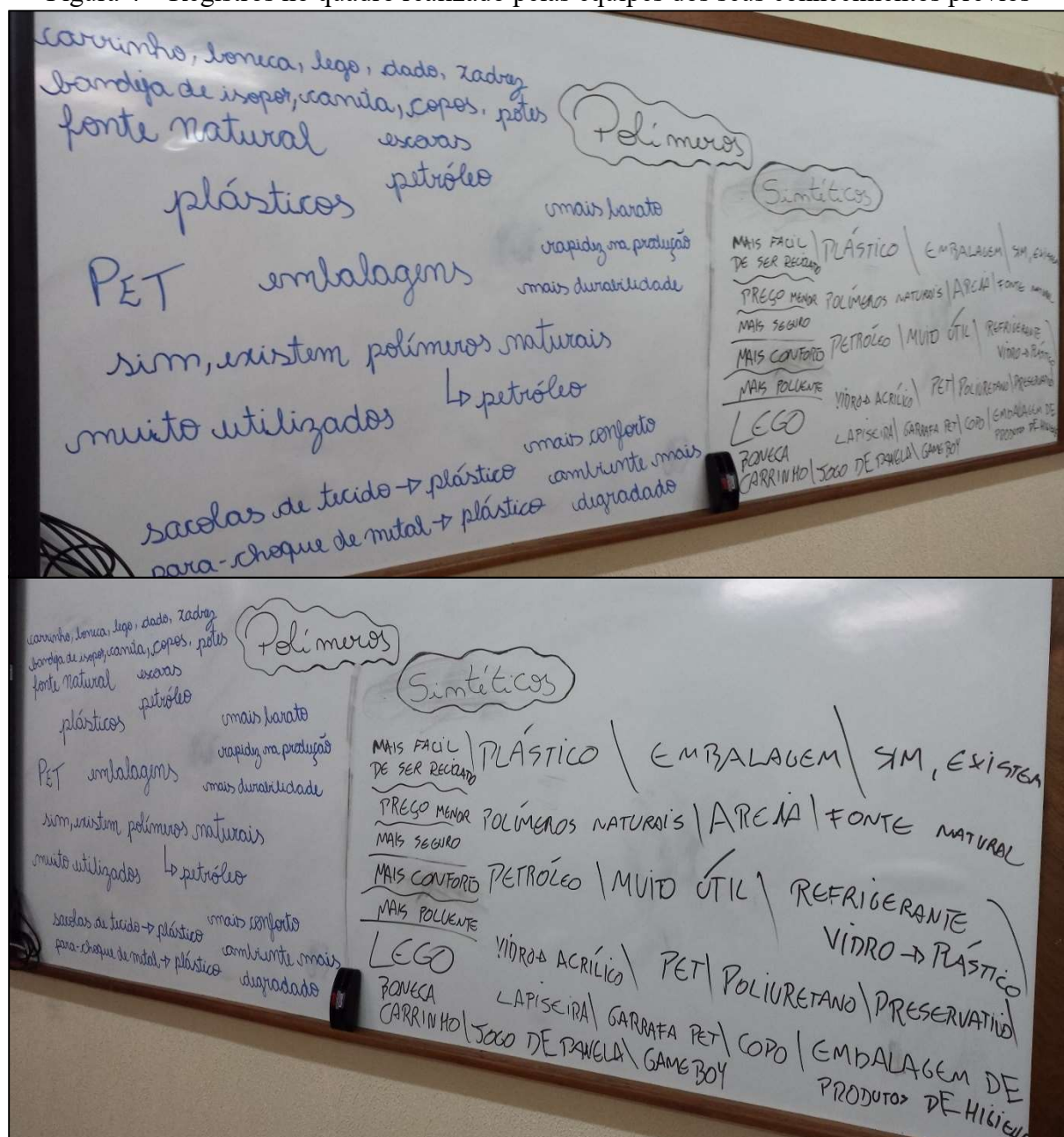
conhecimentos prévios estão apontados na Figura 4 (lado esquerdo da imagem registros da equipe 1, e no lado direito, registros da equipe 2).

Quadro 2 – Questionamentos realizados com a intenção de levantar alguns conhecimentos prévios dos estudantes

| <b>Problemática e questionamentos realizados pela docente</b>                                   | <b>Algumas respostas ilustrativas dos conhecimentos prévios relatados e escritos no quadro pelos estudantes</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uma palavra relacionada ao tema?                                                                | Plástico                                                                                                        |
| Onde são utilizados?                                                                            | Embalagens                                                                                                      |
| Existem polímeros naturais ou somente sintéticos?                                               | Sim, existem polímeros naturais.                                                                                |
| Exemplo de polímero natural?                                                                    | Areia e petróleo                                                                                                |
| Polímeros sintéticos são produzidos de forma natural ou artificial?                             | São de fonte natural.                                                                                           |
| Qual a matéria prima para obtenção dos polímeros sintéticos?                                    | Petróleo                                                                                                        |
| Muito ou pouco utilizados no dia a dia?                                                         | Muito utilizado                                                                                                 |
| Que materiais foram substituídos pelo “plástico” ao longo dos anos? Quais vantagens?            | Garrafas de vidro por garrafas pet                                                                              |
| Vantagens em se utilizar “plástico” comparado a outros materiais como vidro, metais, madeira... | Mais seguro e menor preço                                                                                       |

Fonte: elaborado pela autora (2017).

Figura 4 – Registros no quadro realizado pelas equipes dos seus conhecimentos prévios



Fonte: elaborada pela autora (2017).

Em seguida, foi proposta a elaboração de um mapa mental,<sup>9</sup> com o objetivo de estabelecer relações entre as palavras escritas no quadro. Como já detalhado na fundamentação teórica, mapas mentais caracterizam-se por, potencialmente, revelarem as associações entre diferentes termos e conceitos, tal como são percebidas pelo estudante que os produz, um exemplo pode ser visto na Figura 5, onde é apresentado o mapa mental da estudante 1. Mapas

<sup>9</sup> Os mapas mentais elaborados pelos estudantes constam no Apêndice B.

mentais podem, ou não, apresentar conexões idênticas às que seriam encontradas em mapas conceituais, esses invariavelmente cientificamente consistentes.

Figura 5 – Exemplo de mapa mental elaborado pela estudante 1



Fonte: elaborada pela autora (2017).

Ao término da construção dos mapas mentais foi encaminhada uma tarefa extraclasse onde os estudantes foram orientados a procurarem em casa embalagens de produtos que apresentassem a simbologia da reciclagem do material polimérico. O principal objetivo desta proposta consistia em “ativar cognitivamente” os estudantes no período que estavam longe da sala de aula e fazer com que eles percebessem que os polímeros sintéticos estavam, de fato, presentes em seu cotidiano para, conseqüentemente, preparar o “terreno” para os conhecimentos do próximo encontro. Logo, fica implícito o passo 3 da UEPS que, lembrando, consiste em propor inicialmente aos estudantes situações-problema baseadas nos seus conhecimentos prévios, de modo que estes sirvam de alicerce para o que se pretende ensinar.

## 5.2 ENCONTRO 2 – ESTUDO DE ARTIGOS DIDÁTICOS

Esse encontro ocorreu em 15 de maio 2017, teve uma hora de duração e correspondeu ao passo 4 da UEPS, dedicado a desenvolver o conhecimento de forma geral e introdutória para, em seguida, explanar acerca de conceitos característicos do tópico em questão.

Esse passo foi concretizado nessa pesquisa por meio da inserção de artigos didáticos para leitura; com isso, pretendeu-se incentivar a pesquisa, propiciar aos estudantes a ocasião de expressarem o que e como entenderam. Também foi incentivada a discussão, no interior do grupo, dos temas lidos; a socialização dessa discussão, na qual eles teriam a ocasião de expor a toda a turma e à professora suas percepções, será detalhada mais adiante. Outro recurso explorado foi o Google Docs<sup>10</sup> – a intenção foi a de possibilitar que os estudantes interagissem, mesmo que virtualmente, durante a construção de um texto colaborativo (Apêndice F), visando aperfeiçoar conceitos científicos.

Os critérios para seleção dos artigos didáticos foram:

- a) apresentar conceitos relevantes, relacionados com o que se pretendia anunciar acerca do tema polímeros sintéticos;
- b) dispor de conteúdo que permitisse questionamentos, provocações e discussões;
- c) oferecer linguagem acessível e adequada, visto que os textos seriam destinados a estudantes de Ensino Médio;
- d) conter pontos que pudesse interessar aos discentes;
- e) apontar para assuntos e aplicações do cotidiano.

Sendo assim, os três textos escolhidos pela docente foram:

- a) “Polímeros Sintéticos” (WAN; GALEMBECK, 2001): este artigo apresenta um histórico, seguido de algumas noções de reações de obtenção, propriedades de acordo com o arranjo dos átomos em uma cadeia polimérica, importância/aplicação desse material e o seu ciclo de vida;
- b) “Polímeros e interações intermoleculares” (CURI, 2006): o texto evidencia as propriedades e aplicações dos polímeros sintéticos utilizando-se de conceitos químicos como estrutura molecular e interações intermoleculares;
- c) “Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos” (CANGEMI; SANTOS, CLARO NETO, 2005): este escrito

---

<sup>10</sup> Software que permite aos usuários criar e editar documentos online ao mesmo tempo colaborando em tempo real com outros usuários. Disponível em: <<https://www.google.com/docs/about/>>. Acesso em: 1 mai. 2018.

aborda as particularidades e pontos positivos dos plásticos, destaca os tipos e a importância na sociedade e finaliza com processos existentes para diminuir os impactos ambientais, bem como opções para substituição dos plásticos sintéticos derivados do petróleo.

A dinâmica da atividade deu-se da seguinte forma: cada estudante recebeu um texto, (um dos citados acima). Os estudantes com o mesmo texto se juntaram para ler e destacar conceitos-chave. Houve troca de ideias entre os estudantes que apresentaram aos outros grupos seu entendimento/compreensão sobre a leitura.

Como atividade extraclasse, foi solicitado aos estudantes que destacassem em seus textos as palavras cujo sentido fosse desconhecido (ou não suficientemente claro) para eles; também foi solicitado um destaque para aquelas palavras que os estudantes considerassem especialmente importantes no contexto do tema exposto no artigo. Essas palavras, com seus sentidos explicitados pelos próprios estudantes, foram compiladas por eles numa Sistematização Conceitual colaborativa no Google Docs (Apêndice F). A professora pesquisadora forneceu explicações adicionais para os estudantes acerca do uso do Google Docs, já que se tratava de um programa informático até então desconhecido para todos eles. Os estudantes, no geral, manusearam com desenvoltura o ambiente do Google Docs e, quando surgiam dúvidas, se ajudavam, e assim conseguiram dar sequência à atividade de forma satisfatória.

### 5.3 ENCONTRO 3 – FABRICAÇÃO DE UM POLÍMERO NO LABORATÓRIO

Esse encontro ocorreu no dia 22 de maio de 2017, teve duração de três horas e correspondeu ao passo 5 da UEPS, que prevê prosseguir com conceitos abrangentes, sempre com o cuidado de aumentar gradativamente os níveis de dificuldades. Nessa etapa do processo, foi dada uma atenção especial à promoção da interação social e da troca de significados; para isso, a atuação da docente caracterizou-se predominantemente pela mediação.

Esse passo consistiu predominantemente de atividades experimentais, entremeadas por frequentes negociações de significados e mediações da docente. Realizou-se a fabricação, com constituintes fáceis de obter e manipular, de um polímero, a “geleca”.<sup>11</sup> Os estudantes receberam o procedimento experimental, descrito resumidamente no Quadro 3.

---

<sup>11</sup> Procedimento experimental disponível em: DIAS, Diogo Lopes. **Experimento:** produção de “geleca”. Manual da Química, [2016]. Disponível em: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/experimento-producao-geleca.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

Quadro 3 – Passos do procedimento experimental

| Procedimento Experimental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1º Passo).</b> Adicionar em um recipiente 50 mL de água boricada;</p> <p><b>2º Passo).</b> Adicionar uma pequena medida (uma colher de chá) de bicarbonato de sódio diretamente na água boricada e mexer; imediatamente serão formadas bolhas na mistura;</p> <p><b>OBS.:</b> esse passo deve ser repetido de forma gradativa até que pare de se formar bolhas.</p> <p><b>3º Passo).</b> Em outro recipiente, adicionar 100 g de cola branca à base de PVA;</p> <p><b>4º Passo).</b> Adicionar seis gotas do corante sobre a cola branca;</p> <p><b>5º Passo).</b> Adicionar a mistura formada por água boricada e bicarbonato de sódio, aos poucos, sobre a cola e mexer.</p> |

Fonte: elaborada pela autora (2017).

### 5.3.1 Problematização da atividade experimental

Os alunos foram orientados a iniciar o procedimento experimental e a tentar explicar o que observaram ao término do 2º passo do procedimento proposto. A hipótese expressa pelos estudantes foi a de que, ao misturar água boricada e bicarbonato de sódio, houve uma reação química, pois foi possível verificar uma “efervescência”. Em seguida, uma aluna questionou onde era utilizada a água boricada, já que é algo, segundo ela, bem comum, e facilmente encontrada em farmácias. Um colega prontamente leu o que dizia no frasco: “Indicações: antisséptico, bacteriostático e fungicida”. Esse aluno também referiu, sempre baseado na etiqueta do frasco, que a água boricada é utilizada em “processos infecciosos tópicos” e que o componente principal seria ácido bórico, a 3%.

A docente então perguntou: “Qual a fórmula do ácido bórico e qual função inorgânica ele pertence?”. Assim, com ajuda da tabela de ânions, os estudantes chegaram à fórmula  $\text{H}_3\text{BO}_3$  e também afirmaram que é um ácido, pois tem como cátion o íon  $\text{H}^+$ .

Cabe aqui ressaltar que os discentes já haviam trabalhado com o conteúdo de funções inorgânicas, na 1ª série do Ensino Médio, com revisões em alguns momentos na 2ª série e, no início da 3ª série, da referida etapa de escolarização. Ou seja, o contato com a nomenclatura de compostos inorgânicos (uso da tabela de cátions e ânions) já era conhecido por eles. Reitera-se que esta turma em que foi aplicada a UEPS, teve nos 3 anos do Ensino Médio a mesma docente de Química, a autora desse trabalho, e isso explica em boa parte o conhecimento do histórico de aprendizado desses alunos em séries anteriores.

Depois, foram questionados sobre o que é o bicarbonato de sódio, “quimicamente” falando. A resposta foi dada rapidamente: é um sal. Os estudantes relataram que já viram este composto ser usado para fazer biscoitos e até para escovar os dentes “para que fiquem

branquinhos”. É importante ressaltar aqui que os estudantes não conseguiram montar a estrutura correta a partir do nome comercial (bicarbonato de sódio). No instante em que a professora expôs que a nomenclatura oficial da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC)<sup>12</sup> era hidrogenocarbonato de sódio, prontamente consultaram as tabelas de cátions e ânions e, conversando entre si, chegaram à expressão correta para o composto ( $\text{NaHCO}_3$ ). Além disso, souberam dizer que se tratava de um sal resultante de uma reação de neutralização parcial. É interessante destacar que há poucas semanas atrás o conteúdo de funções inorgânicas e reações de neutralização parcial e total havia sido revisado com eles e assim, esses conceitos, estudados anteriormente, puderam ser retomados por meio do experimento.

Seguindo o 3º e 4º passos do procedimento experimental, os estudantes foram questionados sobre o tipo de material formado e como poderiam explicar o que ocorreu. Uma aluna, com a ajuda dos demais integrantes, relatou que, ao acrescentar a mistura (água boricada + bicarbonato de sódio) na cola branca, percebeu imediatamente o processo descrito por ela como “coalhar”. Relatou que, algo semelhante acontece em uma das etapas da receita de um doce, onde se adiciona suco de limão no leite. Os educandos continuaram mexendo a mistura e acrescentando a solução, e a “geleca” ia tomando forma. Assim que começou a “desgrudar” do recipiente, os estudantes passaram a manuseá-la, passando-a de uma mão para outra até que atingisse a consistência desejada.

Como houve modificação do produto inicial, a docente questionou se os estudantes poderiam afirmar que houve uma reação química, ao que eles prontamente afirmaram que sim. Então, a tarefa era equacionar a reação envolvida. Partiram da hipótese de que se tratava de uma reação de um ácido com um sal. Com ajuda da professora, equacionaram a reação no quadro,  $\text{NaHCO}_{3(s)} + \text{H}_3\text{BO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Na}_3\text{BO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$  e classificaram esta reação como sendo de dupla troca. Já a efervescência relatada foi por causa do ácido carbônico ser instável,  $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ , e esta reação foi classificada, pelos estudantes, como sendo de decomposição.

Após, a professora solicitou que explicassem que característica ficou evidente na “geleca”. Os estudantes prontamente identificaram essa propriedade como sendo “algo elástico”. Foram questionados sobre qual substância teria intensificado as propriedades

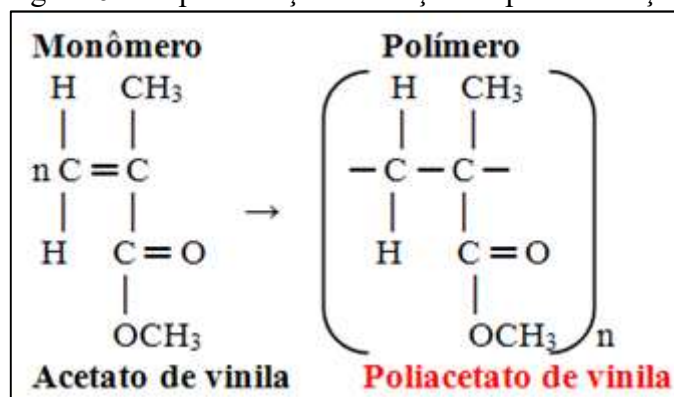
---

<sup>12</sup> A *International Union of Pure and Applied Chemistry* é a autoridade mundial em nomenclatura química sistemática que desenvolve e mantém recomendações que criam uma linguagem comum para a comunidade química global. Cf. INTERNATIONAL Union of Pure and Applied Chemistry. Zurique: 2018. Portal da União Internacional de Química Pura e Aplicada. Disponível em: <<https://iupac.org/>>. Acesso em: 21 fev. 2018



elásticas da cola branca. Após pensar um pouco, os educandos apontaram o borato de sódio, visto que o gás carbônico teria, segundo eles, sido liberado pelas “bolhas”. Em seguida para explicar a reação que havia acontecido, a docente colocou no quadro a reação de polimerização ocorrida.

Figura 6 – Representação da reação de polimerização



Fonte: FOGAÇA (2011).

Ao representar no quadro a figura acima, a docente pediu para que tentassem explicar o que entenderam e expressaram da seguinte forma “monômero é uma parte, polímero várias partes e a seta indica que houve uma reação”.

Em seguida, houve troca de ideias sobre os conceitos de monômero (molécula inicial) e polímero (união de moléculas menores, os monômeros), conceitos esses que os estudantes haviam colocado previamente na Sistematização Conceitual que produziram. Aspectos estruturantes do procedimento experimental foram tomando forma com a contribuição do grupo e, por conseguinte a pesquisadora acrescentou que o PVA (Poliacetato de Vinila) é um polímero de adição (utilizado em gomas de mascar, tintas, adesivos e colas comuns); a reação de formação de um polímero é denominada polimerização; após a reação de polimerização, houve modificações na estrutura tridimensional e esta nova disposição que lhe confere elevada viscosidade e sua característica elástica marcante.

O leitor perceberá que a pergunta a respeito da origem da elasticidade da “geleca” não era trivial. O grau de abstração exigido para “ver” essa propriedade em ação é de fato elevado, e foi trabalhado pela professora sem atropelos, de modo a favorecer um primeiro contato dos alunos com esse tema.

Após a realização da atividade experimental, por sugestão de uma aluna, foram fabricadas “gelecas” com a participação das crianças, estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental da mesma instituição, conforme pode ser conferido na Figura 7. Esta atividade

não havia sido planejada pela pesquisadora, no entanto, percebendo o interesse/necessidade de dar uma função ao que foi produzido, e com condições de acolher esta ideia, a tarefa aconteceu, fato esse que surpreendeu a pesquisadora e os estudantes, que mostraram-se satisfeitos com o resultado. O fato destes últimos terem proposto que a atividade fosse feita com estudantes mais jovens, de outra turma, ilustra bem a percepção dos participantes da pesquisa a respeito do caráter lúdico da atividade (a pesquisadora pressupõe que esse caráter lúdico tenha predominado, dado que a sugestão de replicação da atividade foi voltada aos estudantes mais jovens). E, também, a predisposição dos estudantes participantes da pesquisa para liderarem a execução e acompanhamento da tarefa motivou a pesquisadora a fazer esse registro aqui.

Figura 7 – Realização da atividade experimental com as crianças



Fonte: elaborada pela autora (2017).

Nota: a autorização para uso de imagem é apenas dos participantes da pesquisa, os demais participantes têm sua imagem preservada.

Na área externa foi realizada uma atividade envolvendo outro polímero, o Poliuretano (PU) expansível, com o intuito de que outras propriedades dos polímeros pudessem ser vivenciadas pelos alunos, mostrada na Figura 8.

Figura 8 – Utilização da espuma de Poliuretano (PU) expansível



Fonte: elaborada pela autora (2017).

O PU pode ser obtido pela reação do isocianato com o polioli, no entanto, não tendo estes reagentes disponíveis no laboratório da escola, optou-se por utilizar a espuma de poliuretano expansível, vendida já pronta para uso, em lojas de materiais de construção. Conforme a Figura 8, certa quantidade do produto foi exposta ao ambiente, ocorrendo então a sua expansão.

As questões propostas para discussão, e suas respectivas respostas, foram:

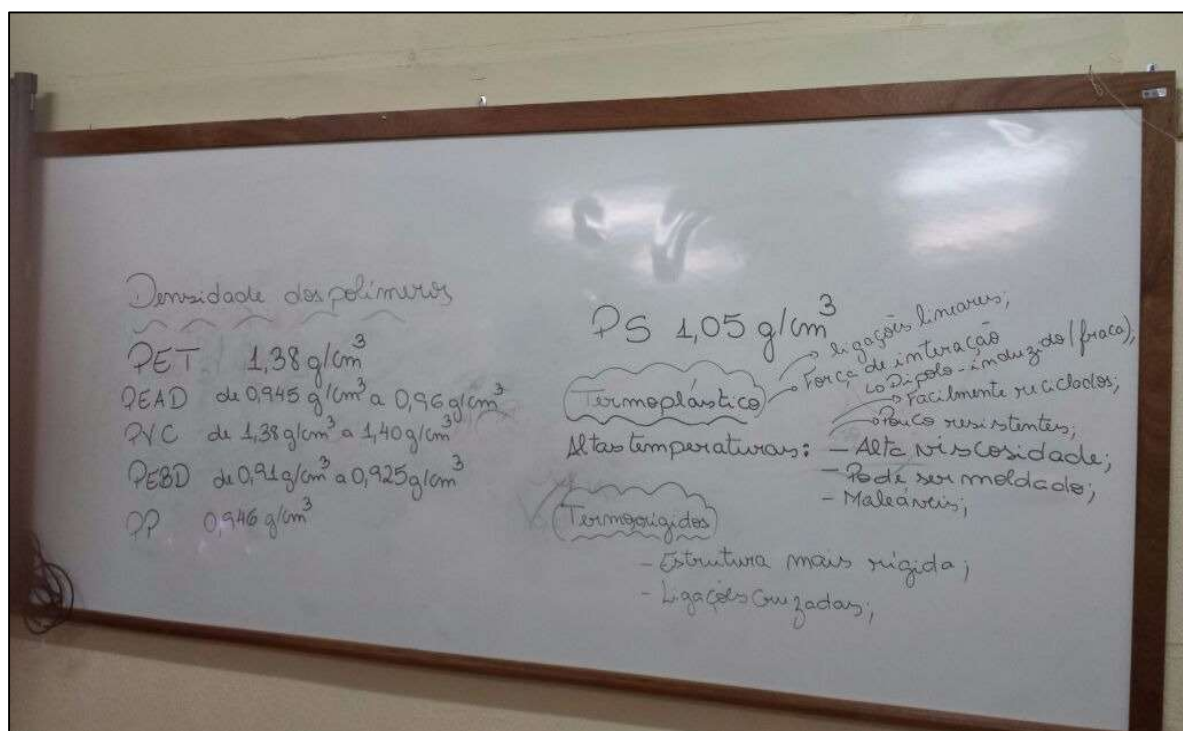
- a) “Quais materiais utilizados no dia a dia têm essa mesma consistência do PU, depois de seco?”. As respostas foram: colchão, sofás, esponja de louça e assentos de automóveis;
- b) “Foi possível perceber que polímeros sintéticos têm propriedades diferentes?”. Resposta: sim, a “geleca” apresenta propriedades elásticas bem características, ao passo que o PU apresenta outras propriedades, bem diferentes, essas comparáveis à da espuma de sabão.

Como encaminhamento para o próximo encontro foi orientado que cada estudante trouxesse materiais diversos, (embalagens, rótulos, textos, imagens, reportagens etc.), que pudessem ser associados aos diferentes tipos de polímeros. A partir deste material, em aula, seriam elaborados cartazes, seguidos de breve explicação por parte dos estudantes.

#### 5.4 ENCONTRO 4 – RETOMADA DE CONCEITOS

Nesse encontro, no dia 29 de maio de 2017, que contou com duas horas de duração, correspondendo ao passo 5 da UEPS, foram retomados conceitos relevantes do tópico estudado, além de um breve experimento que permitiu explorar a flutuabilidade e conhecer as diferentes densidades dos polímeros sintéticos, conforme será descrito a seguir, de forma concisa, na Figura 9.

Figura 9 – Registros do experimento sobre densidade e outras propriedades dos polímeros sintéticos



Fonte: elaborada pela autora (2017).

O experimento consistiu na exploração e tabulação de uma propriedade básica da flutuabilidade dos corpos: os que têm densidade maior que a água “afundam” quando nela submersos, e os menos densos, flutuam. Assim, os polímeros que afundam possuem densidade maior que a da água,  $1 \text{ g/cm}^3$ ; e os que flutuam, possuem densidades menores que o valor mencionado. Algumas anotações sobre as densidades encontradas nas leituras que os alunos realizaram foram acrescentadas por eles na Sistematização Conceitual (Apêndice F).

Os resultados apresentados pelos estudantes deram conta que o Polietileno de alta densidade (PEAD), o Polietileno de baixa densidade (PEBD) e o Polipropileno (PP) flutuaram em água, enquanto que os demais afundaram. Em seguida, os estudantes escolheram um dos tipos de polímeros, separando o material que foi trazido sobre ele com auxílio da simbologia de

reciclagem (Figura 10). Também, receberam o material e o roteiro para a elaboração de cartazes, conforme o Quadro 4.

Figura 10 – Simbologia de reciclagem para os polímeros sintéticos

| TIPOS DE POLÍMEROS                                                                       |                                                                                           |                                                                                             |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>PET | <br>PEAD | <br>PVC    | <br>PEBD |
| Polietileno tereftalato                                                                  | Polietileno de alta densidade                                                             | Policloreto de vinila                                                                       | Polietileno de baixa densidade                                                              |
| <br>PP  | <br>PS   | <br>Outros |                                                                                             |
| Polipropileno                                                                            | Poliestireno                                                                              |                                                                                             |                                                                                             |

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Quadro 4 – Roteiro para a elaboração dos cartazes

| Sugestão de elementos a considerar/pesquisar para a elaboração de cartazes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo de polímero;</li> <li>✓ Densidade;</li> <li>✓ Quanto tempo leva para se decompor?</li> <li>✓ Onde é utilizado? Principais aplicações;</li> <li>✓ Características (elasticidade, resistência ao impacto, rigidez, fragilidade...);</li> <li>✓ Reciclagem dos polímeros sintéticos;</li> <li>✓ Como é obtido?</li> <li>✓ Curiosidades;</li> <li>✓ Imagens e/ou embalagens.</li> </ul> |

Fonte: elaborado pela autora (2017).

Em sala de aula, os estudantes puderam pesquisar na internet as informações para completar seu material. A seguir, confeccionaram os cartazes (Apêndice C) e os apresentaram, para a professora e para seus colegas, buscando esclarecer as diferenças entre os polímeros sintéticos, tal como compreendidas por eles.

## 5.5 ENCONTRO 5 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E SITUAÇÕES-PROBLEMA

O encontro de 5 de junho de 2017 estendeu-se por duas horas, e correspondeu ao passo 5 da UEPS. Nesse quinto encontro, a pesquisadora levou para a sala de aula um pacote contendo algumas fraldas descartáveis. E, para iniciar a aula, foram feitas as seguintes perguntas:

1) Qual é a composição de uma fralda descartável?

Um estudante leu na embalagem e respondeu o que constava na composição: polietileno, polipropileno, poliacrilato de sódio, elásticos: polímero sintético, geralmente feito de fios de poliuretanas, borracha ou lycras.

2) Tempo para se decompor:

Resposta de um estudante: para uma fralda descartável esse tempo é de aproximadamente 400 anos.

3) Do ponto de vista ambiental, qual seria a melhor escolha: fraldas de tecido ou as descartáveis?

Este questionamento gerou, bem entendido, uma acalorada discussão. Alguns disseram que a fralda descartável é que gerava maior quantidade de lixo e, conseqüentemente, o impacto ambiental era maior, em contrapartida trazia maior facilidade para as mães. Por outro lado, as fraldas de pano demandariam quantidades não desprezíveis de água, sabão em pó e energia elétrica para serem lavadas. Ao final, os estudantes foram unânimes em dizer que escolheriam utilizar fraldas descartáveis pela praticidade. A pesquisadora apontou que ao fazer uso das fraldas de pano gera-se um menor impacto ao meio ambiente, o custo é menor, e que outro ponto positivo é que existem versões modernas dessas fraldas.

Posteriormente, realizou-se um experimento utilizando uma fralda descartável. Em duplas, os estudantes foram orientados a cortá-la em pequenos pedaços e, após retirar os grânulos que ficam entre as camadas da fralda, eles foram conduzidos a colocá-los em outro recipiente, acrescentar água morna e observar. Uma aluna relatou que, em poucos instantes, a água foi totalmente absorvida e a mistura transformou-se em uma espécie de gel. E, como hipótese, mencionaram que se tratava de um componente que tinha capacidade de absorver líquidos.

A docente solicitou que, com ajuda de uma breve pesquisa na internet, buscassem uma explicação elaborada para o que tinham acabado de realizar. Passados alguns minutos, lendo textos e trocando ideias, concluíram que se tratava do poliacrilato de sódio, um polímero sintético encontrado nas fraldas na forma de pequenos cristais, com propriedade



superabsorvente, ou seja, com grande capacidade de retenção de líquidos. Durante a realização do experimento uma aluna se deu conta de que esta substância, denominada poliacrilato de sódio, é comercializada em floriculturas, para colocar nos vasos de flores e plantas a fim de reter água. Alguns estudantes questionaram se nos absorventes femininos também é encontrada esta substância. A professora pesquisadora incentivou então os estudantes a investigarem essa possibilidade, e foi que eles fizeram. Foram encontrados os grânulos que, ao serem colocados na água, comportaram-se de forma idêntica aos grânulos da fralda. Esse episódio põe em destaque uma possibilidade, em geral pouco explorada, que surge por ocasião da realização de atividades experimentais: a possibilidade que os alunos têm de formularem eles mesmos suas perguntas, e de respondê-las, quando possível, bem entendido.

Como tarefa extraclasse, foi requisitado que cada estudante elaborasse uma apresentação utilizando o programa Prezi,<sup>13</sup> de acordo com o tipo de polímero com que cada um deles construiu o cartaz. Como os estudantes não conheciam o programa, a docente dedicou um tempo no final deste encontro para orientar quanto à realização da apresentação com este suporte, assegurando que, caso houvesse dúvidas poderiam contatar a docente via e-mail.

## 5.6 ENCONTRO 6 – APRESENTAÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS

O sexto encontro, ocorrido no dia 19 de junho de 2017 e que teve duas horas de duração, referiu-se ao passo 6 da UEPS, que prevê elaborar e reelaborar os conceitos, atribuir novos significados e as suas relações através de constantes interações.

Os estudantes produziram em casa seu material: quatro utilizaram o software Prezi, dois fizeram uso do PowerPoint e um aluno não compareceu neste encontro. As duas alunas que utilizaram esse último programa fizeram contato via e-mail, pois não estavam conseguindo que a página do Prezi carregasse devido à suas conexões com a internet. Para que não ficassem prejudicadas e realizassem o proposto foram aconselhadas a utilizar o PowerPoint.

Os tópicos por eles abordados nas apresentações (Apêndice D) foram de acordo com o tipo de polímero que escolheram para compor seus cartazes no quarto encontro. Os conteúdos trazidos pelos estudantes foram: características de cada tipo de polímero sintético, propriedades físicas, métodos de obtenção, reciclagem, tempo de decomposição em média e aplicação no cotidiano. Os tópicos foram similares aos do roteiro para a elaboração dos cartazes, no entanto,

---

<sup>13</sup> Software destinado para criar e colaborar apresentações interativas, dinâmicas e com recursos atrativos. Disponível em: <<https://prezi.com/>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

as apresentações traziam informações consistentes e melhor elaboradas. O domínio do conteúdo era notável e percebia-se que estavam mais à vontade para tratar dos assuntos. Os colegas podiam fazer perguntas, se achassem conveniente, durante e/ou ao término de cada explanação. As colocações feitas, no geral, expressavam um entendimento sobre polímeros que tinham acesso e/ou faziam/fizeram uso.

Os educandos utilizaram o Prezi em sua versão gratuita. Entretanto, na página oficial do programa é possível encontrar outras opções que são pagas e têm recursos adicionais. Optou-se por uma apresentação utilizando este suporte informático para que os estudantes conhecessem uma opção diferente, uma vez que todos utilizavam somente o PowerPoint para este propósito. Somado a este motivo, este tipo de formato permite que sejam preparadas e veiculadas imagens com uma aparência que promete ser envolvente, atrativa e dinâmica. Com a ferramenta é possível criar apresentações com uma nova roupagem, já que o recurso é farto em efeitos e resulta em movimentos que despertam a atenção do público.

Cabe aqui um comentário adicional sobre esse suporte para apresentações: a “tela” inicial (se é que se pode chama-la assim) contém os elementos estruturadores de toda a apresentação; clicando sobre qualquer um desses elementos, é apresentada uma “ampliação” dele, contendo detalhes e informações. Dessa forma, a apresentação não precisa ser necessariamente linear, e os retornos a algo já apresentado podem ser feitos de maneira rápida fácil e completa. É um pouco como se fosse uma “paisagem”, na qual, ao clicar sobre um detalhe, permite um “mergulho” naquele assunto. Há, portanto, ganhos didáticos na utilização de tal suporte, quando comparado a uma apresentação sequencial de lâminas.

Durante as apresentações foi possível perceber a satisfação dos alunos que conseguiram utilizar o Prezi; a criatividade por eles empregada na execução da tarefa foi sintomática do potencial desse recurso. A descoberta, por parte de alguns grupos, de determinados efeitos diferentes fez com que eles partilhassem, espontaneamente, seus “achados” com os outros grupos. A motivação foi tal que provocou neles a “promessa” de utilizar esse mesmo recurso para realizar apresentações em outras disciplinas; um grupo chegou até mesmo a prever que o recurso seria útil no futuro, quando estivessem cursando disciplinas na Universidade. Estes relatos foram recompensadores, pois revelaram nos estudantes o vislumbre de várias utilidades potenciais a partir da atividade promovida neste encontro.

No decorrer das apresentações os estudantes não manifestaram dúvidas sobre o que foi exposto pelos colegas. Quando todos terminaram, a professora solicitou que elencassem hipóteses que porventura se comprovaram e/ou se modificaram. Um estudante disse que para



ele todos os “plásticos” flutuavam, pois sempre os via “boiando”, tanto em reportagens, quanto em imagens, e mesmo a partir de sua experiência pessoal. E que, com as atividades experimentais, foi possível detectar que alguns flutuam e outros não. Uma estudante mencionou que sempre imaginou que o tempo de decomposição dos polímeros fosse grande, e que de agora em diante sabe que alguns podem se decompor em menos de um século e outros requerem um tempo maior. Outra estudante citou que sempre pensou que os polímeros sintéticos englobassem apenas “o que era de plástico” e ficou surpresa quando soube que os revestimentos de panela, tinta, gomas de mascar, bichos de pelúcia, a parte interna absorvente das fraldas, as esponjas, o nylon entre outros, também eram constituídos por polímeros sintéticos.

## 5.7 ENCONTRO 7 – CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

No dia 26 de junho de 2017 foi realizado o sétimo encontro, que contou com duas horas de duração, e que efetivou o passo 7 da UEPS, que prevê uma avaliação individual, além do que foi registrado/avaliado durante os passos anteriores.

Este encontro consistiu na realização de mapas conceituais pelos alunos, com o propósito de perceber manifestações de aprendizagem significativa, com aporte do software Cmap Tools.<sup>14</sup> Esta atividade ocorreu no laboratório de informática do colégio. Os programas foram instalados pelos estudantes, etapa esta que é realizada em um curto espaço de tempo. Em seguida a docente os instruiu sobre como proceder. Feita a instalação, os participantes acessaram a Sistematização Conceitual (Apêndice F) onde constavam sugestões de leitura, material este disponibilizado previamente pela docente e que poderia ser utilizado na atividade. Os estudantes já tinham conhecimento de como usar o Cmap Tools, pois este recurso já havia sido utilizado em algumas aulas e, também, em atividades extraclasse.

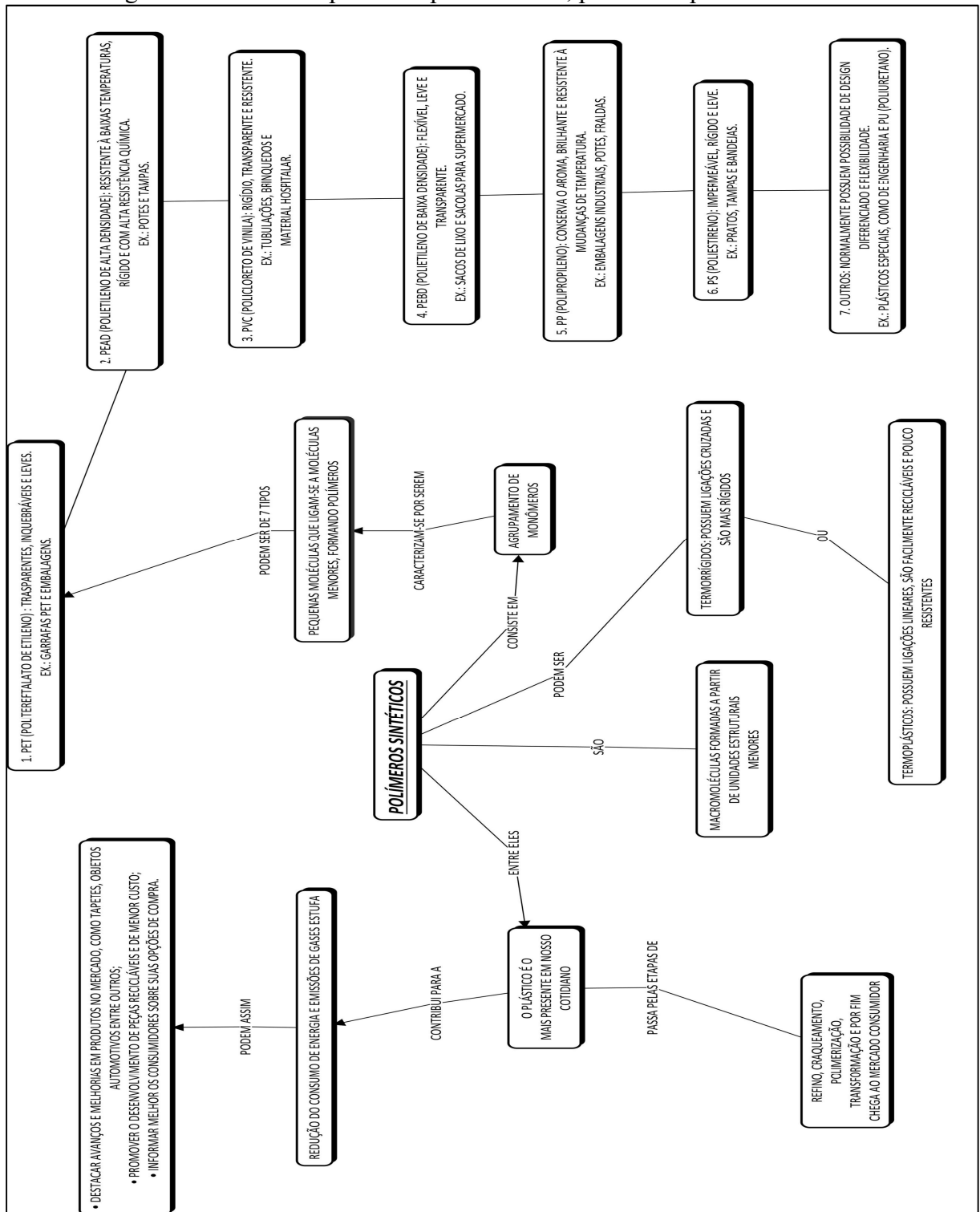
Alguns preferiram iniciar fazendo rascunhos, outros utilizaram diretamente o programa. Cada estudante construiu o seu próprio mapa conceitual (Apêndice E), apesar desse caráter individual da construção, as interações entre eles ocorreram o tempo todo. Foi gratificante perceber que, ao tentarem “se ajudar”, muitas trocas aconteceram. A docente acompanhou e auxiliou os grupos sempre que solicitada. Assim que concluíram seus mapas conceituais, eles foram enviados à professora, via e-mail. Posteriormente, cada participante explicou brevemente para os presentes como se deu a estruturação/organização dos conceitos.

---

<sup>14</sup> Ferramenta para elaboração de mapas conceituais. Disponível em: <<https://cmap.ihmc.us/>>. Acesso em: 1 mai. 2018.

Na sequência, é descrito o passo 8 da UEPS, o último deles, voltado aos resultados obtidos. Nessa etapa, a meta é colher evidências da habilidade manifestada pelos estudantes para explicar e empregar os conhecimentos recém construídos na exploração de situações-problema. Como mencionado na fundamentação teórica, a expectativa é a de que essa capacidade se manifeste de forma progressiva.

Figura 11 – Um exemplo de mapa conceitual, produzido pela estudante 1<sup>15</sup>



Fonte: elaborada pela autora (2017).

<sup>15</sup> Os mapas produzidos pelos estudantes podem ser encontrados no Apêndice B (Mapas Mentais), e Apêndice E (Mapas Conceituais).

## 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

Quando estratégias de ensino e aprendizagem, diversas das que usualmente são encontradas no meio escolar, são implementadas, é importante ter em mente que a forma de avaliar seus resultados também é diferenciada. Então, para essa análise e discussão da implementação da UEPS aqui proposta, ligada aos polímeros sintéticos, a avaliação empregada é aquela preconizada pela literatura da área, condizente com a teoria do conhecimento que orienta esse trabalho, o cognitivismo. Nos parágrafos seguintes ilustraremos de forma concisa no que consiste essa avaliação.

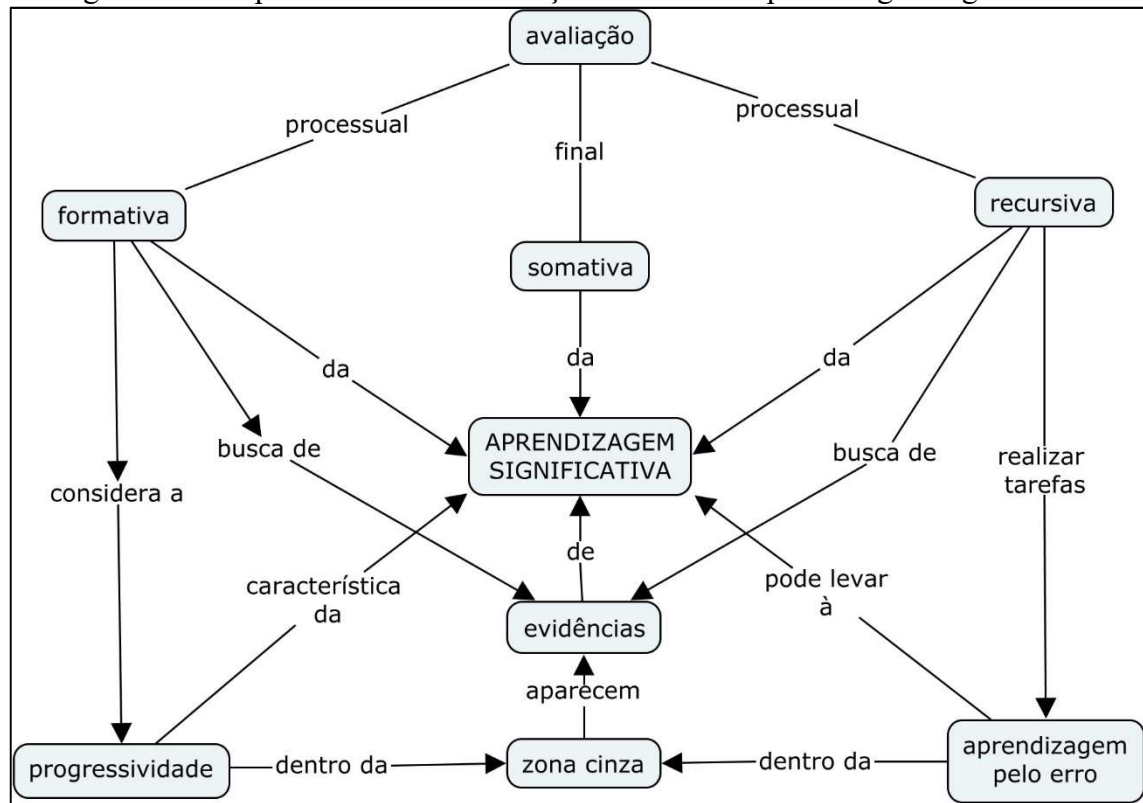
Inicialmente, é importante lembrar que, no contexto da aprendizagem significativa, entra em questão a avaliação da aprendizagem, do ensino, do currículo e do contexto:

[A] avaliação é também um lugar comum da educação e, novamente, seria a aprendizagem significativa o fator integrador desses lugares comuns. *O ensino, o currículo, o contexto e a avaliação deveriam promover, facilitar, estimular, viabilizar a aprendizagem significativa na sala de aula, na escola.* No entanto, muitas vezes ocorre o contrário: a escola, os professores, o currículo, a sociedade, todos estão focados no treinamento para as provas, para as respostas corretas a serem dadas na testagem, e aí predominam a aprendizagem mecânica e as atitudes e sentimentos negativos em relação à experiência educativa (MOREIRA, 2017, p. 155, grifos do autor)

Como não se ater, então, exclusivamente a uma avaliação que seja consequência direta de uma aprendizagem predominantemente mecânica? Avaliaremos então os resultados desta investigação de mestrado, que se refere à implementação de uma UEPS sobre polímeros sintéticos a partir da ótica da aprendizagem significativa, procurando evidências de uma aprendizagem progressiva, não linear, aprendizagem essa que ocorre na zona cinza ao longo do contínuo que liga a aprendizagem mecânica à aprendizagem significativa.

Essa ideia pode ser materializada através do mapa conceitual da Figura 12, e nele vemos que a aprendizagem deve ser feita na “zona do erro”, a assim denominada “zona cinza”, de tal modo que o erro seja transformado no “motor” do aprendizado, e não, como é usual na escola, punindo.

Figura 12 – Mapa conceitual da avaliação associada à aprendizagem significativa



Fonte: MOREIRA, 2017, p. 173.

Um dos elementos empregados na avaliação da UEPS aqui apresentada são os mapas, tanto mentais quanto conceituais. Os mapas mentais podem fornecer excelentes indicativos de como o estudante percebe o tema cujo estudo está por iniciar. Quanto aos mapas conceituais, Moreira (2017) assevera que eles podem ser usados como instrumentos de avaliação em qualquer área. A ideia é a que segue: ao elaborar um mapa conceitual, o estudante revela, em parte, a forma pela qual ele organiza conceitos, bem como as relações entre eles. Esta manifestação do estudante (externalização) reflete (mas não “replica”) sua organização cognitiva. (Uma “réplica” pressuporia uma reprodução fiel da organização cognitiva do estudante, e isso, é claro – acrescentaríamos: felizmente! – não ocorre).

Citemos mais uma vez Moreira a respeito de sua visão de como mapas conceituais podem se tornar instrumentos de avaliação alternativos, e extremamente potentes, por revelarem algo da organização cognitiva do estudante:

Mapas conceituais são representações externas que de alguma forma refletem representações internas (mentais) de quem faz o mapa. [Quando] o aluno explica seu mapa a externalização de suas representações internas, ou de sua aprendizagem, aumenta muito. Para obter evidências de aprendizagem significativa é muito mais importante que o aluno seja capaz de explicar, justificar, descrever, seu mapa conceitual do que “apresentar um mapa correto”. Certamente, essa explicação pode

ser uma apresentação oral do mapa, por exemplo, aos colegas na presença do professor. Mapa conceitual correto não existe. Cada mapa é um mapa, uma representação externa de quem o fez. Usar o “mapa do professor” ou o “mapa do livro” como o “mapa correto” e induzir o aluno a aproximar-se dele é um mau uso do mapeamento conceitual. É, outra vez, o enfoque comportamentalista (MOREIRA, 2017, p. 117, grifos do autor).

Adicionalmente, Moreira defende a ideia de que não se deve “dar nota” a mapas conceituais. Nas palavras dele, “os mapas conceituais são um bom recurso para uma avaliação qualitativa, subjetiva, que busque evidências de aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2017, p. 173). Apesar disso, pode-se encontrar na literatura publicações que preconizam formas de quantificar mapas conceituais produzidos pelos estudantes, o que, insistimos, não é a posição adotada pelo nosso autor de referência, M. A. Moreira.

Por fim, elementos avaliativos que revelem processos, e não apenas resultados (de testes finais) serão considerados, tanto no que diz respeito à avaliação recursiva (aquela que se dá a partir do erro), quanto à avaliação processual (na qual a atividade seguinte dá indícios de como foi apropriada a atividade anterior).

Passemos agora à avaliação da UEPS, à luz dos princípios gerais resumidos mais acima. No primeiro encontro da UEPS, o principal objetivo centrava-se em investigar o que os estudantes traziam de vivências, observações e conhecimentos incipientes sobre o assunto. Além de tudo o que já foi dito acerca da importância de determinar, tanto quanto possível, o “ponto de partida dos estudantes”, o conhecimento prévio por eles apresentado, também é possível perceber que essa enquête preliminar revela indícios importantes do contexto no qual os estudantes estão inseridos, tal como apontado mais acima.

Este foi então o ponto de partida para delinear, planejar e estruturar a sequência didática em questão. Grande parte do que foi colocado no quadro, a partir das manifestações dos alunos, tinha relação e era coerente com o assunto dos polímeros sintéticos. Outras colocações por eles feitas divergiam do conhecimento científico. A UEPS aqui apresentada se propôs então, a partir da ação de reestruturar estas informações preliminares (aceitas ou não), a propiciar a construção de novos conhecimentos por meio da experimentação, sustentada pelos fundamentos da teoria da aprendizagem significativa.

Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando

durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA, 2010, p. 18).

É importante ressaltar que houve, nessa fase a nas seguintes, envolvimento e muita interação entre os alunos e entre alunos e professora. Episódios de grande valia, ao passo que, segundo a teoria vygotskyana, “o sujeito internaliza, reconstrói internamente, na sua estrutura cognitiva, conhecimentos que já foram construídos externamente em um contexto sócio-histórico-cultural” (MOREIRA; MASSONI, 2015, p 14), o que caracteriza – entre outras coisas – a recursividade do aprendizado do tópico em questão, no sentido que dúvidas e inseguranças são tratadas ao longo do processo, e não apenas ao final, após um eventual mau resultado numa avaliação (somativa). Antes de escrever as palavras no quadro havia sempre uma negociação, pois nem todos concordavam com o que lá era colocado. Em suma, a primeira relação feita foi a de que polímeros seriam iguais a plásticos. Aqui a docente percebeu que esta associação precisava ser aprimorada e que os textos selecionados para o segundo encontro ajudariam a ampliar o entendimento sobre os conceitos plásticos e polímeros.

Nesse momento, quando foram instados a mencionar objetos do dia a dia que poderiam ser classificados como polímeros, os estudantes mencionaram brinquedos que conheciam, utensílios cotidianos como potes, escovas, embalagens, garrafas, entre outros. Em seguida, apresentaram vantagens e desvantagens desses materiais, bem como suas suposições quanto à composição dos polímeros sintéticos. Após as discussões e a atividade em grupo, cada estudante estruturou seu mapa mental (Apêndice B). “Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa” (MOREIRA, 2010, p. 18). É fácil perceber aqui que as menções externalizadas pelos estudantes acerca do que eles consideravam “polímeros” foi fortemente influenciada pelo contexto no qual eles estavam imersos.

Ao entregarem seus mapas mentais, os educandos realizaram uma breve explicação de como organizaram as informações. Uma das perguntas recorrentes foi se estava certo o que tinham feito. Então, com base no aporte de Moreira (2013, 2017), foi explicado para eles que as produções eram essenciais para direcionar as próximas atividades e que, em última análise, não há mapas “certos ou errados”. Se forem mapas mentais, eles nunca estarão “errados”, eles simplesmente revelam formas de organização, presenças e ausências, tais como vistas por quem os produz. No caso de mapas conceituais, mesmo assim vale a observação feita acima. O que existe são mapas conceituais mais ou menos completos, e um mapa conceitual menos completo pode ser útil, pois assim seria possível ressaltar um determinado aspecto predominantemente

relevante naquele momento. Quanto às hierarquias apresentadas, mapas conceituais podem ser produzidos pelos estudantes de modo a apresentar hierarquias que seriam vistas de forma diferente por um cientista, não significando que, num dado momento da aprendizagem, com os elementos que o estudante dispõe, uma determinada hierarquia que ele destaca (mesmo que não seja a de maior importância para um cientista) não tenha validade naquele momento, contexto e condições.

Observações análogas poderiam ser feitas a respeito de elementos ausentes em mapas conceituais. Resumindo, mapas mentais e conceituais, num contexto de ensino e aprendizagem, são ferramentas associadas aos **processos** de aprender e ensinar, são ferramentas de produção de conhecimento. Não se prestam, portanto, a integrar avaliações somativas, de “certo ou errado”, não geram “medidas do conhecimento auferido pelos estudantes”. Não são ferramentas de “ensinar para testar” (“*teaching for testing*”).

No encontro 2 foi realizada, em sala de aula, a leitura de textos previamente selecionados. Após a leitura do texto “Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos”, os estudantes reestruturaram a relação feita no encontro anterior, de que polímeros seriam iguais a plásticos; essa reestruturação caracteriza uma recursividade no tratamento do erro. Ou seja, o erro é o “trampolim” para novas (re)construções. O grupo que leu este texto sublinhou trechos que traziam essas definições, que foram a primeira coisa relatada por eles, quando solicitado que falassem sobre aspectos centrais do artigo. Assim, perceberam que se atribui a plástico aquilo que pode ser moldado ou modelado pela ação do calor e/ou pressão e que, por sua vez, são constituídos de polímeros sintéticos.

Ao relacionar o ocorrido neste encontro com a Teoria da Aprendizagem Significativa evidencia-se uma parcela, mesmo que incipiente, do processo de diferenciação de conceitos, polímeros sintéticos x plásticos, os quais foram caracterizados a partir da visão geral proposta e refinados com a leitura de artigos, tal como apresentada na seção 5.4. Trata-se, portanto da diferenciação progressiva, um “processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p. 20).

Cabe aqui reiterar que “através de sucessivas interações, um dado subsunçor vai, de forma progressiva, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas” (MOREIRA, 2011, p. 20). Também vale destacar que, neste segundo encontro, após terem



aprendido a diferenciar polímeros de plásticos, eles aprenderam que, num sentido, há variados pontos comuns entre esses dois materiais, daí apontarmos o início do processo de reconciliação integradora, que pode ser visto como o “processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2011, p. 22).

No início, os estudantes colocavam polímeros e plásticos dentro de uma mesma ideia vaga. Com o andamento da UEPS, começou a ficar claro que polímeros “são macromoléculas obtidas pela combinação de um número imenso (da ordem de milhares) de moléculas pequenas, os monômeros. O processo pela qual isso é feito é denominado polimerização” (FONSECA, 2013, p. 214). Já plástico é o “termo geral dado a materiais macromoleculares que podem ser moldados por ação de calor e/ou pressão. Os plásticos possuem unidades químicas ligadas covalentemente, repetidas regularmente ao longo da cadeia, denominadas meros” (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2005, p. 17).

Outra ferramenta importante, desse processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa foi a Sistematização Conceitual, no qual os termos presentes, e os verbetes explicativos desses termos, foram produzidos pelos estudantes, com eventuais (pequenas) intervenções da professora-pesquisadora (Apêndice F).

Figura 13 – Parte da Sistematização Conceitual de Polímeros Sintéticos elaborada pelos estudantes

**Utilizar fonte Times New Roman Tamanho 12:**  
**Cada termo com seu significado acrescentado citar fonte:**  
**Podem ser acrescentadas imagens, links de vídeos e outros relacionados com o tema:**  
**Bons estudos!**

**POLÍMEROS SINTÉTICOS**

O que são Polímeros? São macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores.  
<https://www.youtube.com/watch?v=ENKnCkSc6TM>

O que são polímeros sintéticos? Agrupamento de monômeros que ao ligar um ao outro formam macromoléculas.

Monômero é uma pequena molécula que pode ligar-se a outros monômeros formando moléculas maiores denominadas polímeros.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Esta atividade, que envolveu uma produção colaborativa – todos os estudantes, sem exceção, colocaram alguma coisa na Sistematização Conceitual – foi relevante por vários motivos. Nenhum dos alunos conhecia a possibilidade de elaborar um texto colaborativo, através de uma ferramenta digital. Então, logo após esta constatação, foi necessária uma explicação sobre a utilização desta ferramenta. Feito isso, os próprios estudantes se deram conta das potencialidades da tarefa, pois poderia ser adaptada para a realização de trabalhos em outras disciplinas. O fato de utilizar algo “novo” gerou expectativa e entusiasmo, fundamentais para o bom andamento da atividade proposta.

Todos, como dito acima, fizeram suas contribuições e, a partir delas, foi possível saber pelas fontes citadas, o que os estudantes estavam acessando e lendo de textos sobre o assunto. O papel da docente também foi de acompanhar as postagens e verificar a coerência do que estava sendo colocado no documento para que ele pudesse ser uma fonte de informação para todos. Essa ação da pesquisadora configura, como explicitado no mapa conceitual mais acima, uma avaliação progressiva e recursiva das produções dos estudantes. Esse tipo de avaliação é perfeitamente consistente com o que é preconizado pela aprendizagem significativa. Este material serviu de suporte, posteriormente, para a estruturação dos mapas conceituais e, também, para que a professora ofertasse links adicionais com material de leitura a fim de apurar conceitos.

A construção dessa Sistematização Conceitual também propiciou aos estudantes uma ocasião (infelizmente rara) de serem colocados em contato com o que identificamos aqui como “processo de aprender”. Esse processo é evidente, por exemplo, nas ocasiões em que os registros são ampliados, corrigidos, melhorados; isso pode ser feito a qualquer momento, por qualquer estudante, sempre que surgir essa necessidade. A expansão da utilidade desta organização de conceitos, para fora do âmbito de uma disciplina, já relatada acima, também é outra evidência desse processo de aprender. Por exemplo, se aparecesse nas anotações o termo “flutuabilidade”, dentro do contexto da disciplina de Química, como é o caso aqui, nada impediria que ele fosse empregado em outro contexto, na disciplina de Física, digamos. Então, talvez os estudantes sintam necessidade de colocar no documento outros termos, tais como “empuxo”, que tem ocorrência na disciplina de Física, mas que, todavia, dizem respeito à mesma flutuabilidade da Química. Aqui temos, novamente, um belo exemplo de um processo de diferenciação em ação.

As categorias de problemas que aparecem na Química, associados à flutuabilidade, são em princípio diversas das que aparecem na Física, e os estudantes tendem a enxergá-las como

diferentes. A teoria da aprendizagem significativa permite ir mais longe: se essas diferenças forem explicitadas e, posteriormente, novamente integradas, pode-se ter a expectativa de que o estudante passará a ver, cada vez mais, a fluabilidade e a densidade como um conceito só, o mesmo para a Física e a Química, é claro que com peculiaridades em cada caso, porém se reportando a um conceito só. É a reconciliação integradora como princípio programático:

[...] é o oposto da prática usual dos livros de texto de compartimentalizar conhecimentos em capítulos e subcapítulos; de acordo com esse princípio o ensino deve explorar, explicitamente, relações entre conhecimentos, indicando diferenças e similaridades, reconciliando inconsistências reais ou aparentes, integrando ou trocando ideias similares (MOREIRA, 2015, p. 7).

Para o terceiro encontro foram planejados dois procedimentos experimentais. Nesta etapa, novos conceitos foram gradativamente trazidos. Propriedades físicas como densidade, flutuação, elasticidade e viscosidade eram evidenciadas pelos experimentos e conceitos da Química tal como monômero, reação de polimerização ou reação de obtenção de um polímero, polímero e o reconhecimento dos grupos funcionais orgânicos, retomados e discutidos. Ao executar este tipo de proposta, vários questionamentos, ideias e sugestões foram surgindo, de forma natural. Foi o que aconteceu com o experimento da “geleca”, e é importante reiterar um aspecto fundamental da avaliação da aprendizagem, no contexto dessa dissertação: a avaliação é predominantemente um processo, ou seja, se dá muito mais ao longo das atividades, e menos ao final (apesar de que uma avaliação final, somativa, não seja desconsiderada aqui). O que a teoria da aprendizagem significativa sustenta é que essa avaliação final não deva ser o centro do processo de avaliar.

O fato de compartilhar o produto dessa experiência com as crianças de outra turma engrandeceu o momento, primeiramente por dar uma “utilidade” para o que foi produzido. “É preciso despertar no aluno a intencionalidade para a captação de significados. Deve haver duas intencionalidades, a do professor (mediador) e a do aluno (captador, reconstrutor)” (MOREIRA; MASSONI, 2015 p. 31). A interação que ocorreu entre as crianças (de outra turma) e os adolescentes (os participantes dessa pesquisa) foi incrível. O fato de os pequenos, “criarem” o seu brinquedo, orientados pelos estudantes adolescentes, gerou curiosidade e fez com que, com frequência, questionassem o que estava acontecendo. Os estudantes do Ensino Médio, com uma linguagem mais acessível, explicavam. Esse protagonismo dos educandos adolescentes provocou sem dúvida uma amplificação do processo de aprendizagem, para eles próprios e para as crianças envolvidas, e o papel do contexto, destacado ao início dessa sessão, pode ser amplificado aqui.

Nem tudo o que poderia merecer o nome de “atividade experimental” precisa envolver a “fabricação” de alguma coisa. A manipulação e exploração de um produto já pronto também pode ser considerada, a seu modo, como atividade experimental. A utilização do spray de poliuretano expansível comercial foi uma alternativa, encontrada pela pesquisadora, para notabilizar outras propriedades físicas dos polímeros sintéticos, uma vez que não foi possível obter os reagentes (isocianato + poliol) necessários para a produção de poliuretano, pois apresentam um custo elevado, além de o seu manuseio envolver riscos. Aqui também os resultados foram positivos e o envolvimento dos estudantes também foi notável. É claro que a atividade anterior, que envolvia manipulação dos reagentes pelos próprios estudantes, foi “sedutora”, o que não desqualifica esta última, pelo contrário: a variedade das formas de condução de uma atividade exploratória contribui para aumentar o envolvimento dos estudantes. E, também, ao pretender realizar um experimento, nem sempre o docente terá disponível todos os materiais que gostaria. Buscar alternativas e fazer uso do que está disponível é uma excelente estratégia, principalmente se forem substâncias e/ou objetos que os estudantes tenham conhecimento.

No quarto encontro utilizou-se de um experimento para que os estudantes pudessem explorar uma propriedade física da matéria: a densidade. Foi perceptível que, quando indagados se as amostras de polímeros iriam flutuar ou afundar na água, na maior parte das vezes acreditavam que iria flutuar, ou seja, que apresentaria densidade menor que  $1\text{ g/cm}^3$ , a densidade da água. A não flutuabilidade de alguns polímeros, constatada experimentalmente por alguns estudantes, os surpreendeu, e “violou” de certa forma suas expectativas. Talvez estejamos sendo repetitivos, mas pedimos antecipadamente escusas ao leitor: sim, há um “erro” aqui, qual seja, os polímeros nem sempre flutuam, e se essa fosse uma questão de uma prova final (avaliação somativa), os estudantes, predominantemente, “errariam”. Mas, se a questão da flutuabilidade for colocada, como o é aqui, ao longo de um processo, o “erro” é o mote para que uma nova discussão seja entabulada, culminando na posterior elucidação da observação empírica, “anômala” na percepção inicial dos estudantes. O leitor perceberá que essa discussão encontra eco no mapa conceitual apresentado ao início da sessão.

Há mais um aspecto que pode ser destacado aqui: a “flutuabilidade” é um conceito, digamos, preliminar, pois aqui se trata da distinção entre apenas duas situações: flutua/afunda. Quando entrou a questão da densidade, uma diferenciação adicional pôde ser feita. Por exemplo, tanto o Polietileno tereftalato (PET) quanto o Poliestireno (PS), afundaram na água; no entanto, apresentam densidades diferentes. Com esta atividade experimental foi possível

perceber que os estudantes conseguiram verificar que o fato das amostras flutuarem indicaria apenas que suas densidades eram menores que a da água e, no caso contrário, suas densidades eram maiores que a da água. Na pesquisa realizada em sala de aula e registrada na Sistematização Conceitual, eles se deram conta que as densidades dos polímeros que afundaram eram todas maiores que a da água, mas diferentes umas das outras; o mesmo pode ser dito, para os que flutuaram: as densidades deles eram todas menores que a da água, mas diferentes umas das outras.

Quando perguntados porque acreditavam que todos os polímeros sintéticos flutuavam, responderam que sempre viram as sacolas plásticas, garrafas de água/refrigerante, potes/embalagens em geral, flutuando nos rios e lagos. O fato de alguns polímeros conterem ar aprisionado, e por isso flutuarem com facilidade (plástico bolha, por exemplo), não foi explorado nesta pesquisa. Acredita-se que a flutuabilidade desses “objetos compostos” poderiam gerar belas aulas exploratórias de Física. Novamente, o contexto se faz presente, a partir da constatação (no entorno, em matérias publicadas pela mídia, em atividades escolares e assim por diante) que o descarte indiscriminado do que genericamente é designado de “lixo” caracteriza uma relação disfuncional nossa, enquanto seres humanos, com o meio ambiente, do qual inclusive somos parte.

No estudo que se seguiu, foi explorada a simbologia dos polímeros, tal como aparece, por exemplo, em embalagens. Para isso, conforme descrito anteriormente, os estudantes receberam um texto no qual o significado de cada símbolo foi apresentado, de maneira concisa. A partir desse texto, e munidos das informações veiculadas em diversos momentos ao longo da UEPS, diversos estudantes “se apropriaram” dessa simbologia ao identifica-la até mesmo em suas garrafas e embalagens de lanches. Essa identificação fez parte dos cartazes elaborados por diversos grupos, como pode ser notado nas figuras do Apêndice C.

Neste dia, após cada um escolher o tipo de polímero sintético que gostaria de estudar, todo o material, embalagens, rótulos e outros objetos por eles trazidos foi compartilhado e separado de acordo com o que cada um utilizaria. Deste modo, todos pesquisaram sobre aspectos gerais dos polímeros sintéticos e trouxeram suas contribuições, aos poucos foram identificando e separando o que pertencia a cada tipo de polímero, conforme simbologia, e qual colega faria uso daquele material. Um comentário feito por uma estudante chamou atenção da pesquisadora. Ela disse que achou interessante a proposta, pois desta forma, na qual todos pesquisaram sobre todos os tipos de polímeros sintéticos, e somente depois foi feita a escolha, puderam conhecer um pouco do assunto dos colegas, e não ficaram restritos ao assunto que lhes

cabia, especificamente. Durante a elaboração dos cartazes houve envolvimento, empenho e muita cooperação por parte dos estudantes. Foi possível observar como uns auxiliavam os outros, desde como se escrevia determinada palavra até na seleção de qual informação tinha mais ou menos importância. “É através da apropriação (internalização, reconstrução interna) dessas construções sócio-históricas e culturais, via interação social, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente” (MOREIRA, 2011, p. 92).

No quinto encontro realizou-se o experimento utilizando as fraldas descartáveis. Trata-se de algo simples, feito com material de fácil obtenção, conhecido por todos e que rendeu muitas discussões. O que gerou espanto por parte dos estudantes foi a consistência “gelatinosa” do produto, mistura do poliacrilato de sódio com a água morna. É válido pontuar aqui que os estudantes não tinham identificado nenhum material com esta textura nos mapas mentais como sendo polímeros sintéticos, onde destacaram embalagens, brinquedos em geral, garrafas, sacolas, peças de carros, canetas, bandejas de isopor, entre outros, porém não mencionavam nada com aspecto gelatinoso, talvez por isso a surpresa e/ou a suposta crença de que polímeros não poderiam ter essa consistência. Com este experimento foi possível que os estudantes constatassem que se tratava de um polímero com propriedades superabsorventes. O contato com o universo da autêntica experiência exploratória, na qual o insuspeitado pode subitamente se revelar a quem procura, pode reservar essas surpresas gratificantes, e foi o que ocorreu aqui.

Os resultados do sexto encontro foram especialmente recompensadores para a docente, por vários motivos. O primeiro deles foi que bastou lançar a proposta de utilizar o Prezi, acrescida de algumas instruções de como proceder, para que prontamente os estudantes se engajassem na realização do que foi sugerido. Lembrando o leitor: o programa Prezi caracteriza-se pelo fato de apresentar uma imagem de partida, da qual diversos detalhes podem ser “amplificados”. Nessas condições, a apresentação se torna dialogada, visualmente mais envolvente, colaborativa, deixa de ser um processo linear, e passa a consistir em um vai e vem entre detalhes e a visão geral.

A linguagem é, para Vygotsky, o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, pois o libera dos vínculos contextuais imediatos. O desenvolvimento dos processos mentais superiores depende de descontextualização e a linguagem serve muito bem para isso na medida em que o uso de signos linguísticos (palavras, no caso) permite que o indivíduo se afaste cada vez mais de um contexto concreto. O domínio da linguagem abstrata, descontextualizada, flexibiliza o pensamento conceitual e proposicional (MOREIRA, 2011, p. 94).

Assim, as apresentações dos estudantes foram dinâmicas, sem texto e leitura em excesso: eles simplesmente falaram, com propriedade, sobre o que havia em seu material de

apresentação. A volta à imagem central, com a posterior retomada de algum detalhe, foi feita frequentemente pelos apresentadores a partir de perguntas geradas pelos ouvintes, o que caracteriza a alegada dinamicidade dessa forma de apresentação, quando comparada com a sequência convencional de slides. Os estudantes relataram, posteriormente, que as apresentações dos colegas não foram como de costume, com muita leitura e monótonas, pelo contrário, foram breves, com as informações necessárias e fáceis de compreender. Os estudantes também relataram que, passadas algumas semanas, utilizaram-se do mesmo recurso para apresentar trabalhos em outras disciplinas, e foram elogiados pelos respectivos docentes pela iniciativa. Podemos identificar aqui um princípio central da pesquisa-ação, qual seja, o de que mudanças no ambiente escolar são notadas, mudanças essas que decorrem das ações oriundas da pesquisa. Nesse caso específico, um novo recurso de apresentação, mais dinâmico e menos sequencial, menos repetitivo e menos mecânico ganhou espaço fora do contexto da sala de aula no qual ele surgiu.

O Prezi é um recurso especialmente útil em processos de diferenciação progressiva, já que a ideia geral, mais inclusiva, aparece na primeira “tela”, e a partir dela são explorados, e diferenciados, os detalhes. A volta esporádica à tela inicial pode caracterizar um processo de reconciliação integradora que

[...] do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva (MOREIRA, 2012b, p. 11).

Um resultado expressivo, no que diz respeito ao uso desta ferramenta, e agora sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa, foi o da transferência, por parte dos estudantes, da aplicabilidade dessa forma de apresentação para outras situações, nas quais a reconciliação integrativa que daí resulta também se mostrou válida e necessária.

O último encontro teve como culminância a produção dos mapas conceituais. Quando chegaram ao colégio, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática e receberam as instruções de como instalar o programa Cmap Tools. Neste momento foi possível perceber o quanto trocar de ambiente é salutar, assim como propor uma tarefa onde o docente é apenas o “guia” e quem irá executar e ser o protagonista em todas as etapas é o estudante.

Alguns já conheciam a técnica dos mapas conceituais, tendo mesmo já produzido alguns, no entanto, nunca de forma informatizada. Antes de construir seus mapas no aplicativo, os estudantes foram lembrados que “Mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2010, p. 11). Num primeiro momento, os estudantes foram instruídos para elaborarem, se assim desejassem, seu mapa conceitual sob forma de rascunho, no papel; posteriormente, este poderia ser então transposto para o programa. Dessa forma, o empenho em executar adequadamente o aplicativo não se sobreporia à concepção do mapa, que era o que de fato interessava. Outras orientações foram oferecidas aos estudantes: as palavras/conceitos deveriam estar dentro de formas geométricas e, entre os conceitos, eles deveriam colocar um conectivo para indicar a relação entre os mesmos. Durante a composição do mapa conceitual os educandos podiam explorar as informações contidas na Sistematização Conceitual, nos textos ofertados no segundo encontro e nas sugestões de leitura fornecidas pela docente que estavam disponíveis no documento compartilhado.

Cada estudante criou seu mapa conceitual e durante a atividade, trocaram ideias, comentaram sobre informações contidas no material disponibilizado e, com certa frequência ajudaram uns aos outros. A docente foi solicitada ocasionalmente pelos estudantes para auxiliar na sugestão de conectivos. A maior preocupação deles era se o que estavam fazendo estava correto. Este tipo de comportamento era bem recorrente e os deixava um tanto quanto inseguros. Nesses momentos, a docente pesquisadora lembrava aos estudantes que não há propriamente um “certo” ou “errado” nos mapas conceituais, e que o valor desses era, entre outras coisas, o de permitir a elaboração de visões gerais, conectadas e integradas.

Destarte cabe ao docente considerar que,

[...] nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, 2011, p. 133).

Ao finalizar o “rascunho” cada estudante “explicava” seu mapa conceitual para o colega ao lado na presença da professora; esse momento permitiu que cada um explanasse sobre sua construção, promovendo uma maior participação e interação dos discentes, já que “as aulas não podem ser monológicas, aquelas em que só o docente fala e os alunos devem apenas escutar e anotar o que foi falado” (MOREIRA; MASSONI, 2015 p. 15). Este momento foi bem interessante, pois foram se dando conta do que ainda poderiam acrescentar. É expressivo



reforçar que “a aprendizagem de conceitos é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz e que os mapas conceituais podem ajudar muito nesse processo” (MOREIRA, 2010, p. 78).

Esta proposta praticada no último encontro teve como intuito comparar o que foi produzido no primeiro encontro, os mapas mentais (Apêndice B), com o realizado ao final, os mapas conceituais (Apêndice E).

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (MOREIRA, 2010, p.17).

## 7 CONCLUSÕES

O problema de pesquisa que se buscou responder com este estudo foi: “de que forma a experimentação, nas aulas de polímeros sintéticos, para educandos do ensino médio, pode contribuir para a aprendizagem significativa?”. No que segue, elementos que configuram indícios relevantes dessa aprendizagem significativa, serão retomados e comentados. Conforme a construção teórica aqui apresentada, não é possível afirmar-se peremptoriamente que determinado estudante “aprendeu de maneira significativa”. É possível, isso sim, apresentar evidências, que permitirão apenas que se conclua que há aí um potencial de aprendizagem significativa. Mas nunca há uma certeza.

A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica e está constantemente mudando. (MOREIRA, 2011, p. 94-95).

O que foi dito no parágrafo anterior é pertinente, por óbvio, apenas no contexto do quadro teórico aqui apresentado, amparado predominantemente no cognitivismo de Ausubel e Moreira. Como consequência, as conclusões aqui apresentadas integrarão então aspectos e recomendações destacados nesse quadro teórico com os resultados empíricos obtidos, de modo a formar um todo consistente e coerente.

Lembrando ao leitor, as categorias estabelecidas a priori para, a partir dos dados coletados, elaborar um discurso coeso e consistente com a teorização proposta, foram:

- a) a análise do contexto, da perspectiva de ser propício (ou não) à emergência de atividades colaborativas, envolvendo os estudantes entre eles, e os estudantes e o professor/pesquisador;
- b) os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes (mapas mentais, evidências colhidas nas apresentações), associados aos indícios de aprendizagem significativa, especialmente pela via dos mapas conceituais;
- c) o olhar sobre a experimentação realizada, à luz da fundamentação teórica estabelecida (aprendizagem colaborativa, UEPS).

Iniciaremos com a abordagem ligada à primeira categoria, a análise do contexto, da perspectiva de ser propício (ou não) à emergência de atividades colaborativas, envolvendo os estudantes entre eles, e os estudantes e o professor/pesquisador.

A experimentação mostrou-se um elemento potencialmente significativo, no entanto, cabe aqui destacar que o mais importante em todo o contexto desta pesquisa foi a ressignificação do papel que o professor ocupa para a promoção da aprendizagem significativa.

Tomando a teoria vygotskyana como referente para o ensino, a implicação mais evidente é a importância da interação social, do intercâmbio de significados, da “negociação” de significados, da dialogicidade. As aulas não podem ser monológicas, aquelas em que só o docente fala e os alunos devem apenas escutar e anotar o que foi falado. (MOREIRA; MASSONI, 2015, p. 15).

Destaca-se que, durante o percurso da UEPS, a docente compreendeu o quanto é importante, antes de iniciar um conteúdo, oportunizar um momento para que os aprendizes manifestem o seu conhecimento preliminar, seguindo com problematizações que servirão de organizador prévio. As atividades de diferenciação progressiva, exposição oral, tarefas colaborativas em grupos pequenos e, na sequência, discussões no grande grupo, permitiu que os estudantes tivessem, inicialmente, uma visão geral do que pretendia ser trabalhado e na medida em que se deu sequência, os aspectos peculiares foram sendo desenvolvidos.

[...] Como se trata de um **processo interativo**, nele ambos os conhecimentos, novos e prévios, se modificam: os novos conhecimentos adquirem significados e os prévios ficam mais elaborados, mais ricos em significados, mais estáveis cognitivamente e mais capazes de facilitar a aprendizagem significativa de outros conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 89, grifo nosso).

Foi substancial retomar conceitos, visando o aprimoramento dos organizadores prévios, promovendo tal melhoramento com diferentes níveis de complexidade: por exemplo, utilizou-se nova exposição oral, textos, exemplos do cotidiano, situações-problema, recursos computacionais, experimentos que permitiram a exploração de diversos aspectos do tema tratado. Além de motivar os estudantes, o que ficou bastante aparente por conta da participação ativa destes em todas as atividades, ofereceu grande potencial em favorecer a aprendizagem, o que pode ser frequente no ambiente escolar, promovendo, assim, a reconciliação integradora, como destacado em diversos momentos na sessão anterior. Isso foi intencional: a pesquisadora planejou as atividades de maneira que fossem realizadas de **modo predominantemente colaborativo**, de tal forma que os sete estudantes que compunham a turma pesquisada pudessem interagir e negociar significados, com a docente atuando na maior parte do tempo como mediadora.

No ensino, presencial ou a distância, o professor atua como mediador para facilitar ao aluno a internalização de instrumentos e signos determinado corpo de conhecimentos. Naturalmente, essa mediação deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal. (MOREIRA, 2011, p. 96).

Em cada encontro, foram retomados os conceitos já explorados e sinalizadas (ora pelo professor, ora pelos próprios estudantes) as semelhanças e/ou diferenças entre o que se sabia antes e o que se sabe agora. O leitor reconhecerá nesse processo a reconciliação integrativa, que visa, entre outras coisas, reorganizar hierarquicamente a estrutura cognitiva dos estudantes, no que diz respeito ao conceito que está sendo estudado. Neste cenário, a avaliação foi enriquecida, e pôde ser caracterizada como predominantemente formativa. Os estudantes foram colocados em situações onde, por eles mesmos, puderam perceber o quanto o aprendizado deles avançou, e o quanto ainda poderia avançar.

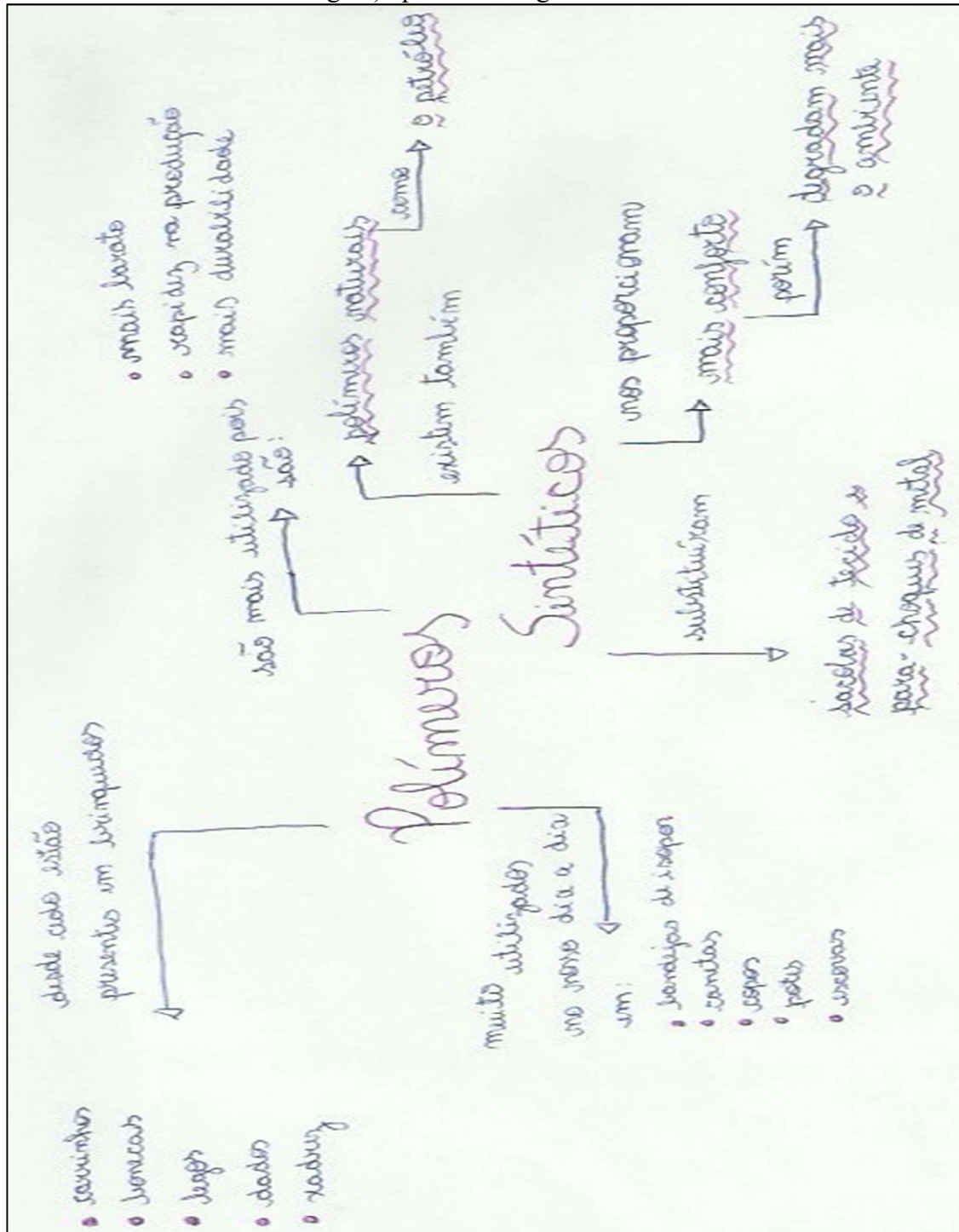
Também é importante destacar que a docente utilizou com menos intensidade as aulas expositivas, o controle durante o andamento das aulas, as verificações exclusivamente somativas, as respostas e conceitos prontos. Uma das consequências dessa mudança de enfoque pôde ser percebida na disposição dos estudantes, que deixou de ser a convencional: sentados, em filas, e trabalhando de forma predominantemente individual, para priorizar a proximidade de uns com os outros, todos com visão frontal dos colegas, o que seguramente contribuiu para o comportamento colaborativo, observado pela pesquisadora e relatado na sessão anterior.

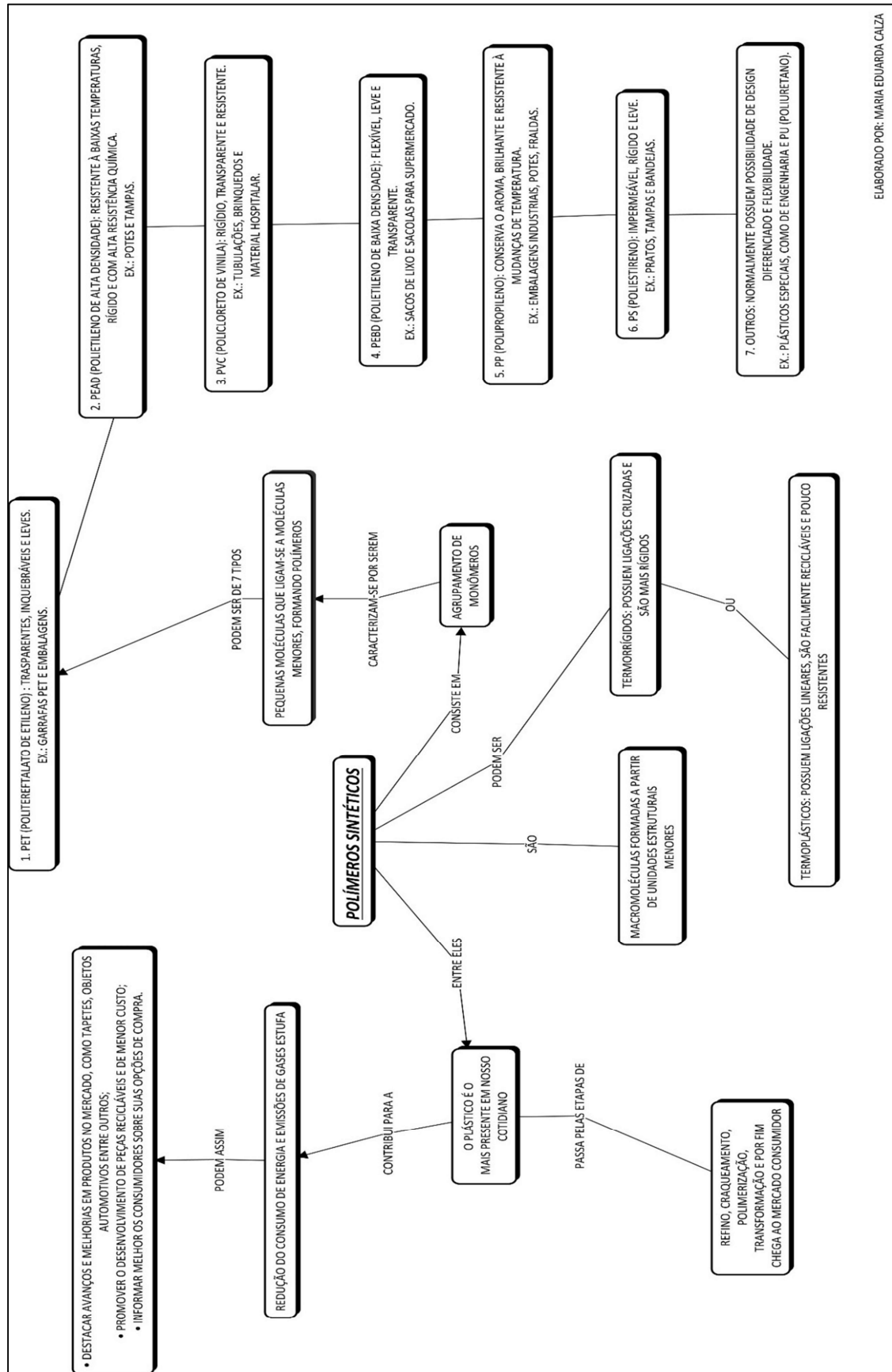
Quanto à segunda categoria de análise, os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes (mapas mentais, evidências colhidas nas apresentações), associados aos indícios de aprendizagem significativa, especialmente pela via dos mapas conceituais, é importante relembrar o leitor de que um dos elementos cruciais que podem, potencialmente, indicar a existência de aprendizagem significativa, é a comparação do mapa mental, que aponta para os conhecimentos prévios dos estudantes, com o mapa conceitual, elaborado na última etapa da aplicação da UEPS. Temos aqui um elemento crucial na avaliação dos resultados dessa UEPS, a recursividade, que consiste na

[...] possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem. Modelos mentais, por exemplo, são recursivos. Frente a uma situação nova, o sujeito constrói um modelo mental de trabalho para dar conta dessa situação. Se o modelo não funciona, ele ou ela o vai modificando recursivamente até que lhe satisfaça. Mapas conceituais, por exemplo, podem ser feitos recursivamente: o estudante faz seu primeiro mapa e o apresenta ao docente ou aos colegas. Em função de comentários, sugestões, críticas, o mapa pode ser refeito e reapresentado e, assim, sucessivamente (MOREIRA, 2012b, p. 11).

É como seoubesse ao docente conduzir os estudantes ao conteúdo do seu início até seu fim, e depois realizasse o movimento inverso. As duas imagens a seguir (reunidas na Figura 14), produzidas pelos estudantes, propiciarão a análise desse aspecto.

Figura 14 – Comparação mapa mental prévio (primeira imagem) e mapa conceitual (segunda imagem) após a estratégia de ensino





Fonte: elaborada pela autora (2017).

Ao analisar os mapas mentais, foi possível perceber neles alguns “erros” conceituais, ou seja, dentro da perspectiva da aprendizagem significativa, conceitos prévios dos estudantes (significativos para eles) que, mesmo que não aceitos dentro da matéria de ensino, serviram como pontos de partida bastante válidos. Por exemplo, a estudante 1 classifica o petróleo como sendo polímero natural, o estudante 2 identificou o vidro como polímero natural, o estudante 3 destaca a areia como polímero natural e que os polímeros sintéticos seriam proveniente de uma fonte natural: o petróleo; a estudante 4 traz novamente o petróleo como um polímero natural, a estudante 5 apresenta como exemplos de polímeros sintéticos somente os plásticos, e os estudantes 6 e 7 indicam os polímeros sintéticos como originários do petróleo, entretanto não apresentam se é por meio de reação, ou que etapas são necessárias após sua extração, enfim, estes conhecimentos prévios sinalizam que conceitos precisam ser reelaborados e/ou construídos. Estes registros também indicam que os conceitos de polímero natural e polímero artificial ainda não estão formados. No entanto, e esse é um resultado deveras importante, essa evidência de não formação de conceito não aparece mais nos mapas conceituais apresentados em sua totalidade no Apêndice E.

Ainda nos mapas mentais, a maior parte dos conceitos e percepções acerca da temática, contextualmente aceitos, serviram como âncoras, possibilitando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Tais conceitos, no decurso da UEPS, mostraram-se cada vez mais compreensíveis, estáveis e diversificados. Nesse ponto da investigação parece legítimo, portanto, ver na experimentação (tal como relatada nessa pesquisa) uma fonte potencial de aprendizagens significativas.

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (MOREIRA, 2011, p. 129).

Comparando os mapas mentais e os mapas conceituais elaborados pelos estudantes de modo qualitativo, nota-se que os segundos apresentam expressivo aumento de interconexões e derivações, bem como a inclusão da descrição dos conectores, o que contribui para uma visão mais abrangente do tema por parte do aluno.

Vale frisar que diversos conceitos que estão presentes nos mapas conceituais estão ausentes nos mapas mentais. Esse é o caso, por exemplo, dos conceitos de macromolécula, monômero e plástico. Além da menção a esses conceitos, foram incluídas abreviaturas dos

polímeros sintéticos e os respectivos nomes, algumas etapas do seu processo de obtenção, especificidades, características, pontos positivos e negativos, exemplos diferentes dos referidos nos mapas mentais, aspectos relativos a prováveis impactos ao meio ambiente e métodos de reciclagem desses materiais. Há aí, indubitavelmente, um notório enriquecimento da estrutura prévia do aprendiz na medida em que “o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p. 25).

Outro ponto que merece ênfase é o de que os estudantes puderam explorar os mesmos materiais, porém, os conceitos que aparecem no diagrama de significados e as relações são bem diferentes. É como se cada um tivesse atribuído dimensões diversas a estes conceitos e relações, baseando-se no contexto em que estão inseridos. “Se o aluno manifesta uma disposição para a aprendizagem significativa, ele atua intencionalmente para captar o significado dos materiais educativos” (MOREIRA, 2011, p. 98).

Por fim, como destaca Moreira (2010), os mapas não são autoevidentes, é necessário que sejam explicados por quem os produziu, a fim de explicitar seu entendimento sobre o assunto e externalizar seus significados. Fiel a esse princípio, a pesquisadora promoveu – como já relatado – momentos didáticos onde cada estudante pôde explicar seu mapa conceitual. Segundo relatos, os alunos registraram, no mapa conceitual, o que chamou mais atenção e/ou o que inicialmente não sabiam a respeito do tema. O mapeamento conceitual foi utilizado intencionalmente pela docente por se tratar de “uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno” (MOREIRA, 2011, p. 129).

Quando solicitados a levantar aspectos gerais sobre os mapas por eles construídos, os educandos detectaram a diversidade das produções. Outro ponto observado foi o de que alguns mapas estavam mais “cheios” que outros, fato que foi explicado por eles a partir da pretensa facilidade que alguns colegas tinham em “organizar” as informações. Quando questionados pela docente se, após a breve explanação feita pelos colegas, conseguiriam acrescentar mais coisas, todos disseram que sim e que inclusive a exposição fez com que tivessem mais “ideias” para complementar o mapa já feito ou mesmo construir outro, dessa vez, mais “completo”.

Ainda nessa segunda categoria, é importante incluir as atividades de produção, por parte de alguns dos grupos, de apresentações dinâmicas, empregando o programa informático Prezi. A recursividade implícita nesse recurso, como já relatado, motivou os estudantes, a ponto



de eles se referirem a essa forma de apresentação como sendo muito menos tediosa. Pode-se aqui afirmar que esse recurso colaborou para tornar o processo de ensinar e aprender mais atraente, tanto pela alegada recursividade, quanto pelo fato de esse recurso estar predominantemente sob o controle do grupo de estudantes, tanto na sua elaboração, quanto na sua apresentação. Um elemento adicional que respalda essa afirmação é o de que, como já relatado, os estudantes utilizaram o Prezi em apresentações de outras disciplinas e na apresentação do projeto da escola, onde os pais se fizeram presentes. O mesmo ocorreu com o Cmap Tools e o documento compartilhado (Google Docs), que os auxiliou na realização de trabalhos em grupo, quando solicitado que fosse extraclasse. Durante as aulas, os educandos questionaram mais, e o melhor, perceberam que podiam participar da construção dos conceitos e muitas vezes podiam responder as dúvidas dos colegas além das que a professora formulava. Sobre essas questões, articuladas pela professora – pesquisadora, convém frisar que a mesma apenas intervia quando julgava estritamente necessário e, como argumentado acima, não “monopolizou” nem a palavra, nem as dúvidas, e nem mesmo as respostas. Em síntese, os estudantes adotaram uma nova postura, pois estavam habituados a receber tudo pronto, as explicações da matéria, as tarefas, as perguntas e, inclusive, as respostas das perguntas que, na maior parte das vezes, nem eram formuladas por eles.

Se fossemos resumir o que foi dito anteriormente, em boa parte já na fundamentação teórica, destacaríamos os seguintes pontos em relação à promoção da aprendizagem significativa, pontos esses que “povoaram”, em momentos diversos, a UEPS aqui apresentada:

- a) partir da ideia que a aprendizagem depende do que o aprendiz já sabe;
- b) promover questionamentos e a formulação de hipóteses ao invés de dar respostas prontas;
- c) utilizar diversos materiais e estratégias didáticas;
- d) promover momentos que permitam colaboração e interação entre os envolvidos;
- e) aproveitar que os estudantes erram e utilizar isso para que consigam aprender.

Passemos, por fim, ao destaque que pretendemos dar aos elementos colhidos dentro da terceira categoria, que diz respeito ao olhar sobre a experimentação realizada, à luz da fundamentação teórica estabelecida.

A experimentação, neste cenário, favoreceu:

- a) a construção progressiva dos conceitos;
- b) a predisposição dos estudantes para aprender;
- c) a interação, entre os alunos e com a docente, ao longo das atividades;

- d) a ajuda mútua em diversas ocasiões, principalmente na elaboração da Sistematização Conceitual onde todos colaboraram;
- e) os questionamentos e a formulação de hipóteses para responder às dúvidas, agora predominantemente formuladas pelos alunos.

Cabe estabelecer um elemento que veio à tona aqui, e que de certa forma já era esperado: o que mais envolveu os estudantes foram os experimentos em que eles mesmos puderam executar o procedimento integralmente, do início ao fim e, nessas ocasiões, coube à pesquisadora o papel de mediar e problematizar. Nos experimentos que partiram de um material já pronto (o PU - poliuretano expandido), o interesse também existiu, mas, apesar disso, não aparentou ter a mesma intensidade. De todo o modo, a mediação e a problematização estiveram presentes aqui também, com a vantagem adicional de se revestirem de certo caráter utilitário, dado que o PU tem aplicações “práticas”, por exemplo, na construção civil, e isso interessou bastante os alunos, principalmente os aspectos de vedação mecânica e térmica.

Durante a realização houve sempre muita expectativa: a “geleca” os remeteu à infância, tempo no qual já se divertiram com este brinquedo quando eram crianças. Nos mapas mentais do primeiro encontro também expuseram brinquedos, e a maioria deles era de plástico. Aqui certamente há fatores que contribuíram com a aprendizagem significativa, uma vez que esta “implica interação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, um processo no qual estes passam ter significados psicológicos<sup>16</sup> e os primeiros podem adquirir novos significados, quer dizer, implica pensamento” (MOREIRA, 2011, p. 65).

As pesquisas, dentro e fora da sala de aula, indo desde a exploração de informações em rótulos, leitura de textos e até as buscas na internet, tinham o propósito de provocar mudanças, uma vez que “em uma situação de ensino, o professor atua de maneira intencional para mudar significados da experiência do aluno, utilizando materiais educativos ou do currículo” (MOREIRA, 2011, p. 71).

O contato entre o sujeito, o objeto do conhecimento e seus pares foi a regra durante o desenvolvimento da UEPS. Alguns exemplos “eloquentes” de que esse contato ocorreu foram: a atividade experimental em que os estudantes produziram a “geleca” e divulgaram seu produto para outra turma; o encontro em que trouxeram embalagens de polímeros para a sala de aula; e o momento em que comunicaram para seus colegas (incluindo a professora) de forma visual e oral, o resultado de seus trabalhos, através do uso do Prezi. Em todos esses momentos, conforme

---

<sup>16</sup> Para esclarecer o leitor: significado lógico é, por exemplo, tudo o que se pode retirar de uma teoria. Já o significado psicológico, do qual trata a citação, é a parcela de significado lógico que é percebida pelo que aprende, como indivíduo. O significado psicológico é, portanto, intrínseco.

já argumentado anteriormente, ficaram configuradas, em níveis variados, as interações da ZDP previstas por Vygotsky.

A linguagem foi fundamental para expressar os conhecimentos prévios, atribuir, representar e negociar significados, compartilhar conceitos, tendo sido determinante nas interações. Sem a linguagem,

[...] o compartilhar significados seria praticamente impossível e, assim, não haveria ensino. Um episódio de ensino ocorre quando professor e aluno compartilham significados em relação aos materiais educativos do currículo. A interação social é indispensável para a concretização desse episódio e nela a linguagem é imprescindível (MOREIRA, 2011, p. 72).

A problematização, com contributo da linguagem, também foi utilizada como uma promotora da aprendizagem significativa (lembremos aqui, por exemplo, as questões ligadas à fluutuabilidade e à densidade, relatadas na sessão anterior). Os questionamentos e/ou problemas levantados pela professora e/ou suscitados pelos alunos a partir das situações de sala de aula, ocuparam um espaço nobre do tempo criando, assim, um ambiente propício à construção dos conceitos. Conforme já adiantado, indícios importantes dessa construção foram recolhidos, desta maneira, consoante prevê a literatura, serão sempre indícios, potencialidades, nunca certezas. Por isso, não afirmamos – nem afirmaremos – nessa dissertação que, por exemplo, “o conceito X foi construído pelos alunos”.

A linguagem também ficou notabilizada na apresentação do Prezi, pois, além do desenvolvimento da linguagem no sentido de dar cada vez mais significado aos termos novos aprendidos, foi importante o destaque dado aos elementos estruturadores das apresentações dos alunos. Os conceitos mais importantes (ao usar o Prezi) aparecem na tela de primeiro nível, com destaque. Outras relações também aparecem e, ao clicar sobre elas, os detalhes são amplificados pelo aplicativo. Tal construção pressupõe que os alunos conseguiram hierarquizar conceitos, o que configura um resultado de grande valor.

A trajetória percorrida pela docente-pesquisadora neste trabalho propiciou que se manifestassem inúmeras possibilidades, principalmente no que diz respeito a aplicar as UEPS em outros conteúdos da Química e, se possível, difundir a outros professores, para que planejem suas aulas com a contribuição desta proposta. O uso cuidadoso e refletido dessa estratégia didática – as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – fez com que um dos verdadeiros alvos da Educação em Química fosse identificado e perseguido, por vezes à exaustão: a busca por uma aprendizagem que manifestasse, de fato, potencial para ser significativa.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORGES, Regina Maria Rabello. Repensando o ensino de ciências. In: MORAES, Roque. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p. 209-230.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 26 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – PCNEM+**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

CANGEMI, José Marcelo; SANTOS, Antônio Marli dos; CLARO NETO, Salvador. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química nova na escola**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Química, nº 22, p. 17-21, nov. 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

DA RONCH, Sthefen Fernando Andrade; ZOCH, Akana Neto; LOCATELLI, Aline. Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. **Polyphonía**, v. 26, n. 2, p. 485-498, jul.-dez. 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/sv/article/viewFile/38306/19410>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

CURI, Denise. Polímeros e interações intermoleculares. **Química nova na escola**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Química, nº 23, p. 19-22, mai. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a05.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

DIAS, Diogo Lopes. **Experimento**: produção de “geleca”. Manual da Química, [2016]. Disponível em: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/experimento-producao-geleca.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Polímero PVA**. Mundo da Educação, [2011]. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimero-pva.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química**. 1. ed. v. 3. São Paulo: Ática, 2013.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vygotsky**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

GIORDAN, Marcelo. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, Experimentação e Ensino de Ciências, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

GÓES, Maria Cecília R. de. As relações intersubjetivas na construção de conhecimentos. In: \_\_\_\_\_; SMOLKA, Ana Luíza B. (orgs.). **A Significação nos Espaços Educacionais: interação social e subjetivação**. Campinas, SP: Papirus, 1997, p. 11-28.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda Silva. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? **Revista Ensaio**, v. 15, n. 2, p. 155-167, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00155.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Portal da União Internacional de Química Pura e Aplicada. Zurique: 2018. Disponível em: <<https://iupac.org/>>. Acesso em: 21 fev. 2018

JESUS, Denise Meyrelles de; VIEIRA, Alexandro Braga; EFFGEN, Ariadna Pereira Siqueira. Pesquisa-Ação Colaborativo-Crítica: em busca de uma epistemologia. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 39, n. 3, p. 771-788, jul.-set. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edreal/v39n3/v39n3a08.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

MARIALVA, Tatiana C.; SOUZA, Katiuscia dos S.; FARIAS, Sidilene A. de. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS no ensino de Ciências e Matemática: uma revisão bibliográfica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0887-1.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

MIRANDA, Márcio Santos. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de física: uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado**. 126 f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4449>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

MONTILLA, Lissette; ARRIETA, Xiomara. Secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del análisis volumétrico. **Omnia**, Universidad del Zulia, Venezuela, año 21, n. 1, p. 66-79, 2015. Disponível em: <<http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/omnia/article/view/20205/20125>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

MORAES, Roque. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: \_\_\_\_\_. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p. 103-129.

\_\_\_\_\_. Educar pela pesquisa: possibilidades para uma abordagem transversal no ensino da Química. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 11, n. 1, p. 62-72, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/55/49>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

\_\_\_\_\_; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. RAMOS, Maurivan G. **Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1988.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem significativa, campos conceituais e pedagogia da autonomia: implicações para o ensino. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 9, São Cristóvão, Sergipe. **Anais...**, São Cristóvão, Sergipe, 2015. Disponível em: <[http://educonse.com.br/ixcoloquio/Artigo\\_Aprendizagem.pdf](http://educonse.com.br/ixcoloquio/Artigo_Aprendizagem.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24\\_n6\\_moreira\\_.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ensino e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2012a. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

\_\_\_\_\_. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS**. Textos de Apoio ao Professor de Física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física. v. 23, n. 2, 2012b. Disponível em: <[https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira\\_v23\\_n2.pdf](https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2016.

\_\_\_\_\_; MASSONI, Neusa Teresinha. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e Ensino de Ciências/Física**. Textos de Apoio ao Professor de Física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2015.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

PANTOJA, Glauco Cohen; MOREIRA, Marco Antônio. A potentially meaningful teaching unit for the teaching of the concept of field in Physics. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 11, n. 1, p. 13021-130225, mar. 2017. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6019778.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed., v. 3. São Paulo: Moderna, 2006.

PINEDA, Diana Patricia Gómez. **Construcción de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para el aprendizaje de la estequiometría orientada al grado décimo del Colegio Campestre Horizontes**. 2013. 96 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, Colombia, 2013. Disponível em: <<http://bdigital.unal.edu.co/9591/1/39448744.2013.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução de Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROSA, Cleci Terezinha Werner da; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 203-225, mai.-ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/4005/pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

ROSITO, Berenice Alvares. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p. 195-208.

SAUSSURE, Ferdinand de. **Escritos de Linguística Geral**. 25. ed. São Paulo: Cultrix, 2002.

SCHITTLER, Daniela; MOREIRA, Marco Antônio. Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). **Latin American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 2, 263-273, Jun. 2014. Disponível em: <[http://www.lajpe.org/jun14/05\\_LAJPE\\_882\\_Daniela\\_Schittler.pdf](http://www.lajpe.org/jun14/05_LAJPE_882_Daniela_Schittler.pdf)>. Acesso em: 28 jun.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. O papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. Especial, p. 31-43, nov. 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9897/9231>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

SILVA, Thiago Pereira da; SILVA, Gilberlândio Nunes da; DANTAS FILHO, Francisco Ferreira. Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o estudo da Cinética Química. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 7, n. 12, p. 1-12, jul. 2015. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art23-vol12-julho20151.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-42. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 06 nov. 2016

THIOLLENT, Michel Jean Marie; COLETTE, Maria Madalena. Pesquisa-ação, formação de professores e diversidade. **Acta Scientiarum – Human and Social Sciences**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 207-216, jul-dez. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3073/307332697009.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set.-dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

VASCONCELLOS, Celso dos S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15. ed. São Paulo: Libertad, 2004.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. bras. São Paulo: Martins Fontes, 1998a.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998b.



WAN, Emerson; GALEMBECK, Eduardo. Polímeros sintéticos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Química, Edição Especial, p. 5-8, mai. 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/polimer.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018

WERTSCH, James V. **Estudos Socioculturais da Mente**. Porto alegre: Artmed, 1998.

ZAPATA, César Augusto Lopera. **Diseño de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa que movilice el Aprendizaje de la proporcionalidad directa e inversa a través de las TIC en el grado Séptimo Institución Educativa el Pedregal del Municipio de Medellín**. 2014. 120 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Medellín, Colombia, 2014. Disponível em: <<http://bdigital.unal.edu.co/46179/1/15506793.2014.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

## APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO E AUTORIZAÇÃO DE USO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS PELA PESQUISA



### DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que eu, Karina Gobbato, Professora e responsável pelo(a) estudante \_\_\_\_\_, matriculado(a) no Colégio Cenecista de Bento Gonçalves, estou de acordo com sua participação na pesquisa intitulada “*Aprendizagem Significativa De Polímeros Sintéticos Mediada Pela Experimentação*” pesquisa essa que faz parte de minha formação como mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul. Eu, \_\_\_\_\_, estudante da terceira série do ensino médio dessa instituição, aceito participar de forma espontânea desta pesquisa.

Nós, estudante, professora – pesquisadora responsável e direção da escola, estamos cientes da realização da pesquisa nas dependências do colégio, durante as aulas de Química, assim como da realização de atividades teóricas e práticas acerca do tema Polímeros Sintéticos, onde também serão aplicados questionários e serão feitas entrevistas, fotos e vídeos com alunos da terceira série do ensino médio diurno.

Autorizamos também o uso do material produzido durante a aplicação da pesquisa, ressaltando que será mantido o sigilo dos nomes e dos dados.

Autorizamos a publicação e reprodução das imagens e informações obtidas pela pesquisa na dissertação de mestrado da professora pesquisadora, em congressos, revistas científicas e demais publicações da pesquisa em eventos, ou para outras finalidades legítimas e idôneas, sem qualquer ônus para a professora pesquisadora, para o estudante envolvido e (ou) para a Escola que acolhe essa pesquisa.

Caxias do Sul, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

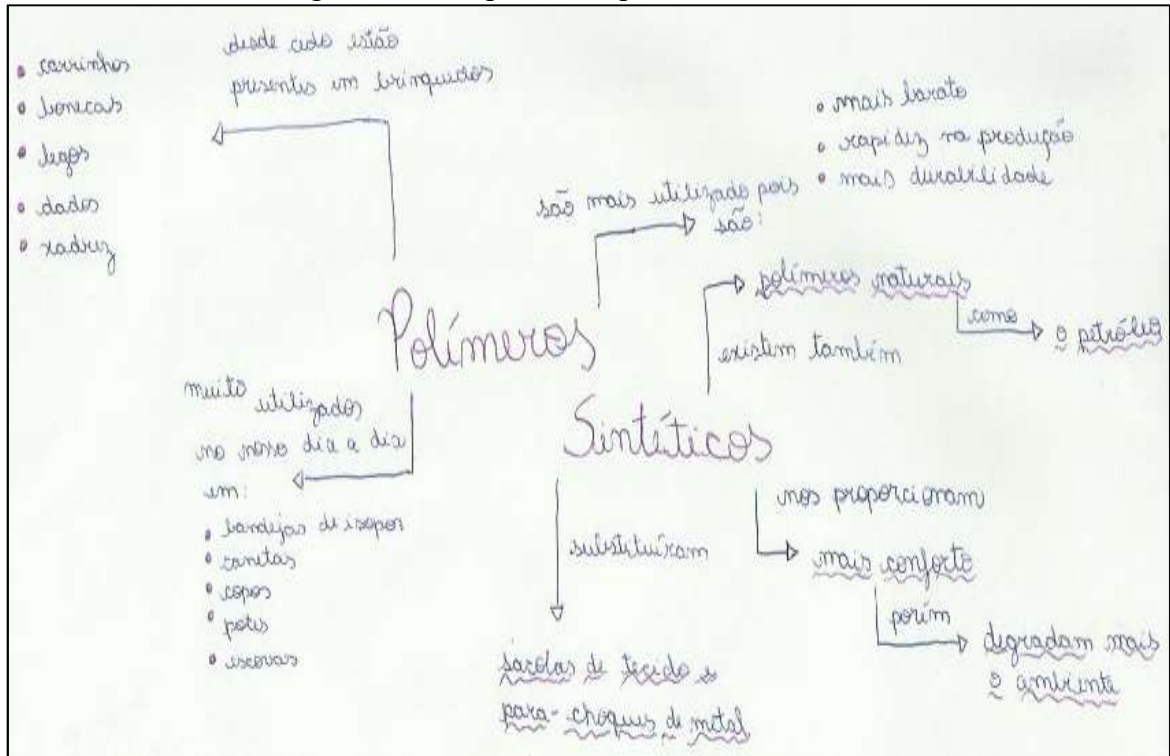
\_\_\_\_\_  
Carimbo do Colégio/ Assinatura do Diretor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) estudante

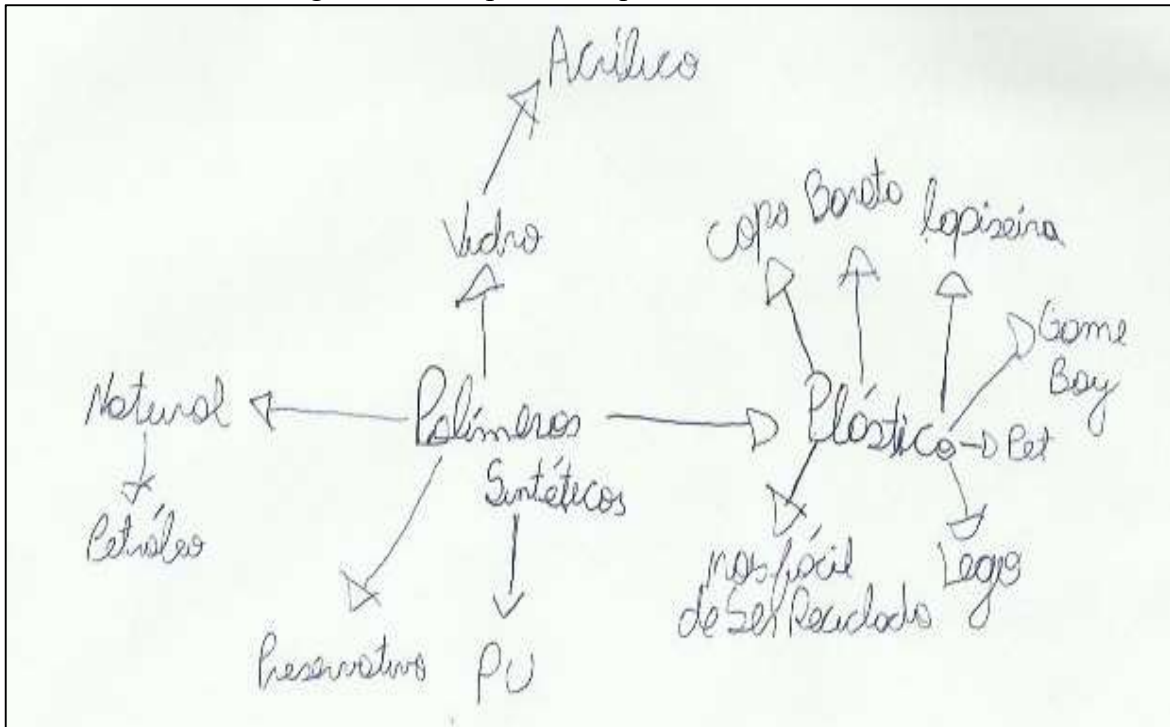
## APÊNDICE B – MAPAS MENTAIS PRÉVIOS

Figura B1 – Mapa mental prévio do estudante 1



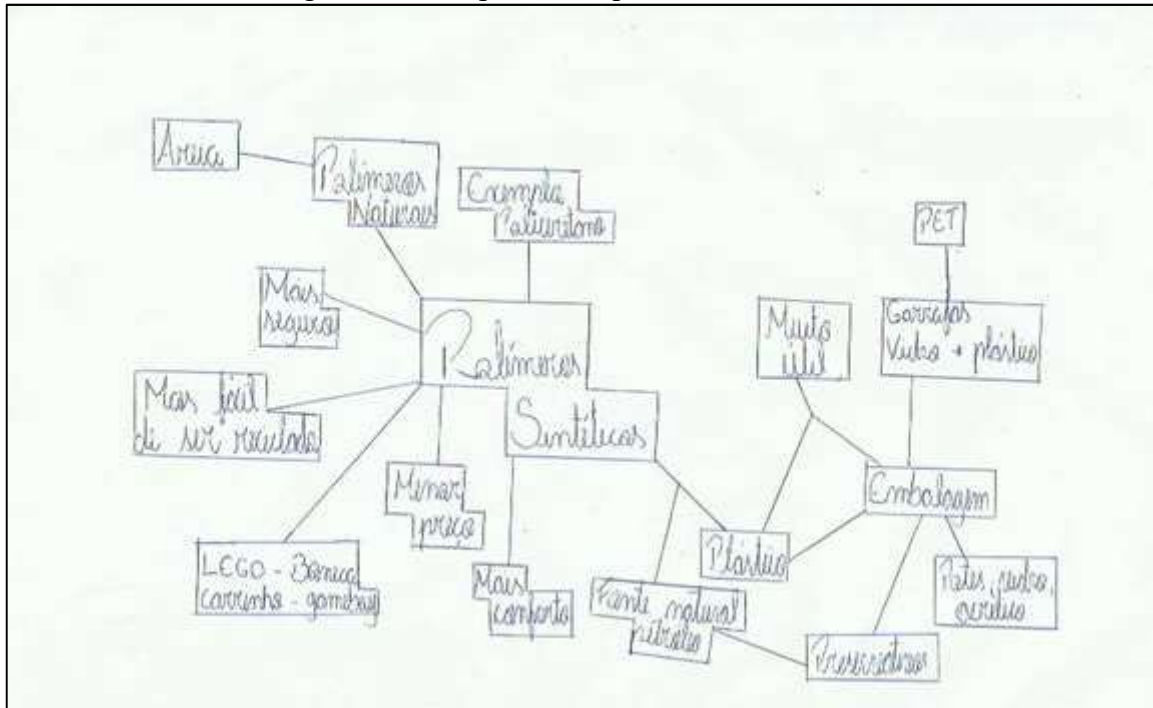
Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B2 – Mapa mental prévio do estudante 2



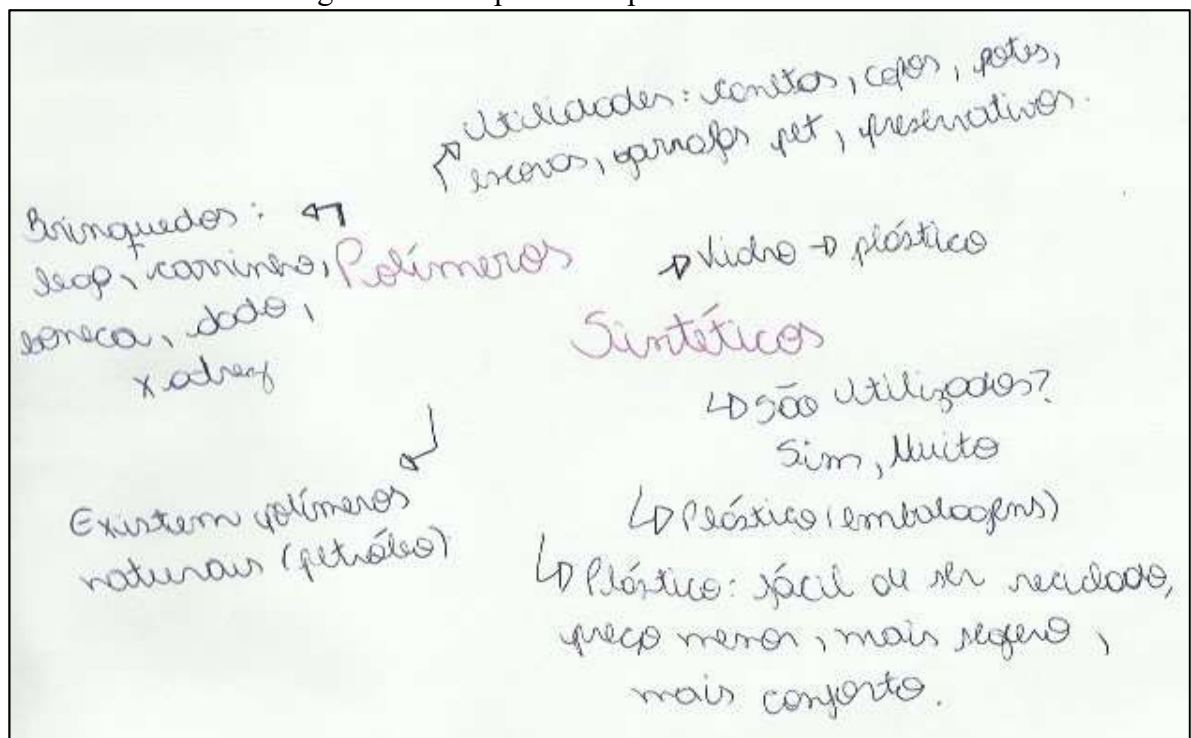
Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B3 – Mapa mental prévio do estudante 3



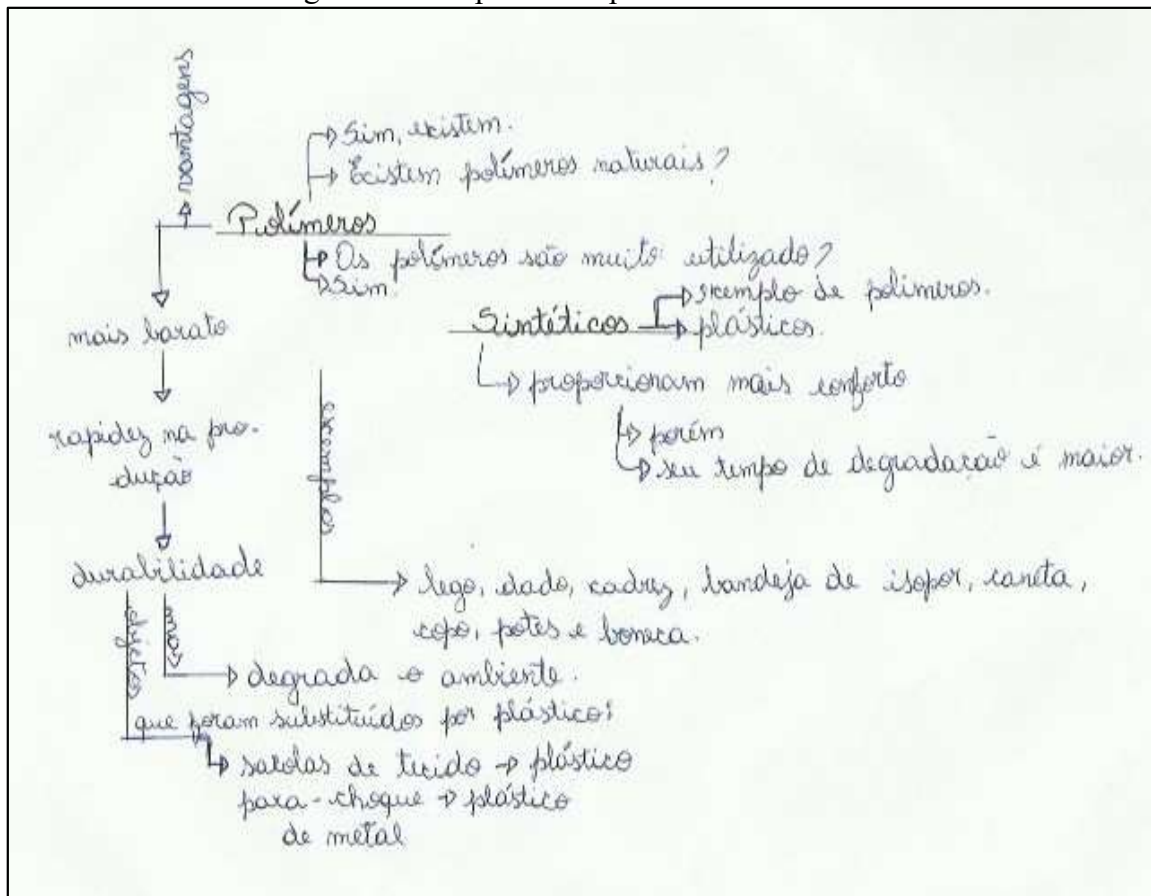
Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B4 – Mapa mental prévio do estudante 4



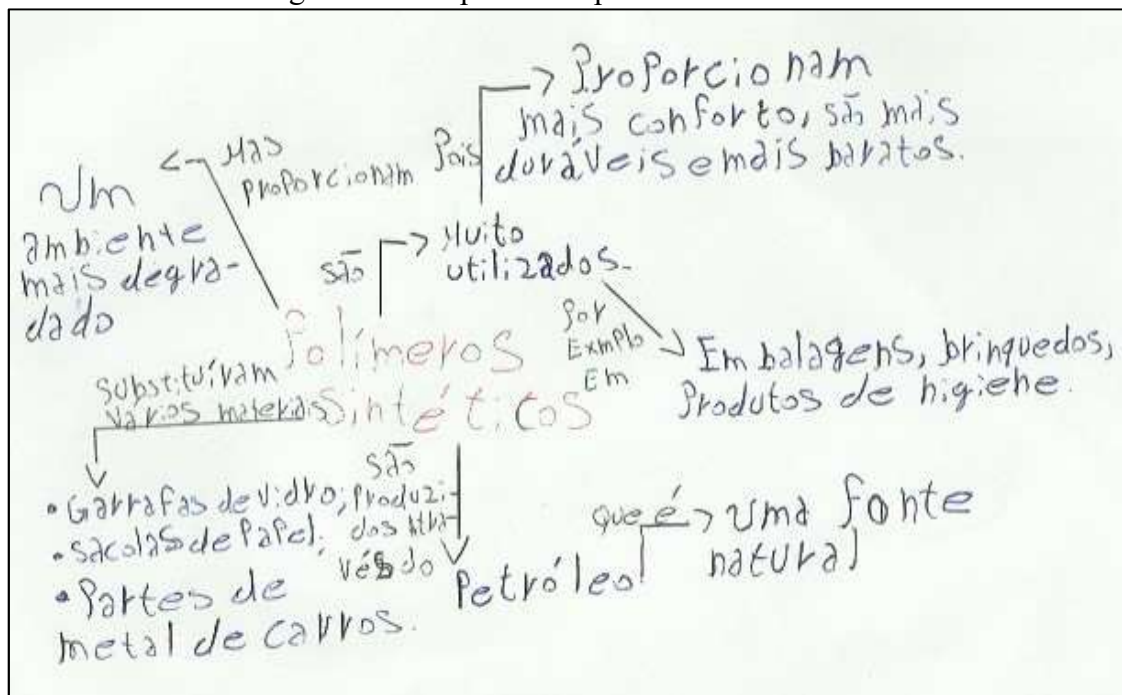
Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B5 - Mapa mental prévio do estudante 5



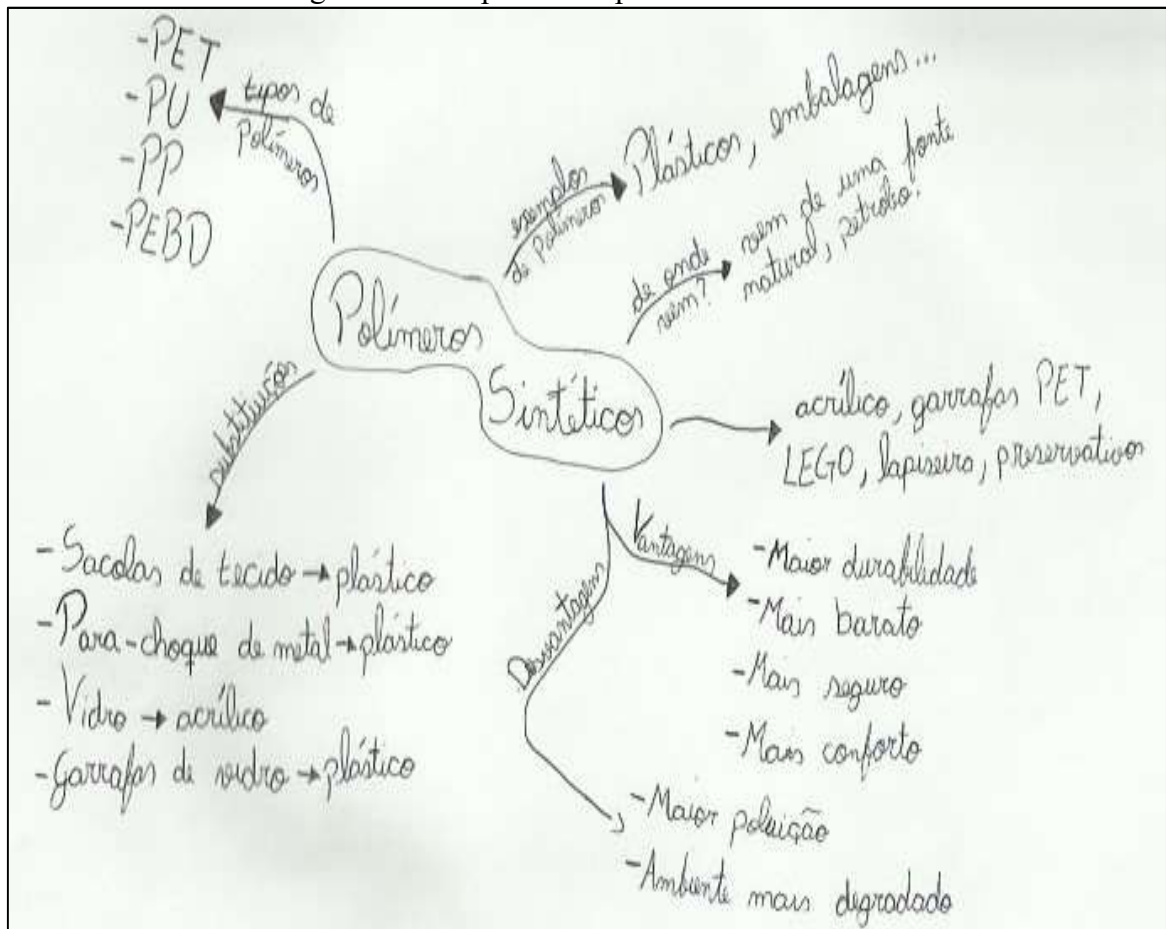
Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B6 - Mapa mental prévio do estudante 6



Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura B7 - Mapa mental prévio do estudante 7



Fonte: elaborada pela autora (2017).



## APÊNDICE C – CARTAZES ELABORADOS PELOS PARTICIPANTES

Figura C1 – Cartazes elaborados pelos participantes

**PET**

# POLIETILENO TEREFALATO

→ É um polímero termoplástico formado pela reação entre o ácido tereftálico e etileno glicol.

→ Densidade  $1,38 \text{ g/cm}^3$  → 200 anos para se decompor

→ Transparentes, inquebráveis e leves.

→ Fabricação de tecidos, embalagens e garrafas PET

→ Na Medicina: válvulas cardíacas e protetores para queimaduras.

→ **Reciclagem:** lustres, camisetas, embelezas em geral

Benefícios ambientais, sociais e econômicos.

*Chemical reaction diagram showing the polymerization of terephthalic acid and ethylene glycol to form PET.*

*Images of PET bottles and a Guarana Antarctica can.*

**PEAD**

Não são biodegradáveis, nem sempre recicláveis e sua incineração causa danos ao meio ambiente

É polímero mais utilizado na produção de geomembranas pois atende os mais exigentes regulamentos de proteção ambiental

É utilizada na indústria de embalagens flexíveis, na produção de bandejas, bacias, brinquedos e tampas de garrafas

Densidade maior que  $0,94 \text{ g/cm}^3$

Tempo de decomposição 50 anos

É sintetizado quimicamente a partir do Etileno, sem composto igualmente feito a partir de petróleo e gás natural.

**Curiosidades:**  
 Temperatura máxima  $120^\circ\text{C}$   
 Temperatura mínima  $-100^\circ\text{C}$   
 Ponto de derretimento  $130^\circ\text{C}$   
 Baixa resistência aos raios UV

*Image of an AIRplus geomembrane roll.*

*PEAD recycling symbol.*

**DENSIDADE - 1,38 g/cm<sup>3</sup>**

**TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO:**  
 EMBALAGENS - 1 a 2 ANOS  
 UTENSÍLIOS - 3 a 5 ANOS  
 ELETRÔ ELETRÔNICOS - 6 a 9 ANOS  
 TUBOS e DERIVADOS - 10 ou mais ANOS

**RECICLAGEM**

**PVC**  
 (POLICLORETO DE VINILA)

**CARACTERÍSTICAS:**

- \* ANTICHAMA
- \* EXCELENTE RESISTÊNCIA AO CONTATO COM PRODUTOS QUÍMICOS
- \* TOTALMENTE ATÓXICO E INERTE
- \* EXTREMAMENTE SENSÍVEL A MÉDIAS TEMPERATURAS (60° a 80° GRaus)
- \* LONGA VIDA ÚTIL

**COMO É OBTIDO?**  
 54% DE INSUMOS QUE VEM DO SAL MARINHO E 43% DE INSUMOS PROVENIENTES DE FONTES NÃO RENOVÁVEIS.





" Pensando em reciclar, não é a única "

" Unidades de polímeros de alto grau de resistência química (plásticos) (química mecânica e física) (propriedades físicas) "

" Polímeros de estrutura química mais simples "

# PEBD

Polietileno de baixa densidade

Unidade para uso geral?

Utilizado para produzir embalagens, recipientes e recipientes, embalagens de alimentos, filmes e filmes, embalagens domésticas, filmes para produção de bioplásticos, plásticos.

Composição química de polímeros: derivados de hidrocarbonetos de origem, são derivados de petróleo, gás, vinilídico, por polimerização, estabilizantes e pigmentos de coloração.






# PP = POLIPROPILENO

TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO: 100 anos

DENSIDADE: 0,946g/cm<sup>3</sup>

PRINCIPAIS APLICAÇÕES:

- Embalagens alimentares, copos, tubulários.
- Embalagens Industriais:
- Capas para detergentes, baldes, cápsulas e tampas.

QUE SÃO TERMOPLÁSTICOS?

Em alta temperatura aquecem, se tornam viscosos e podem ser moldados. Força de interação: Dipolo-induzido, uma força de interação fraca.

RECICLAGEM: Essas macromoléculas formam plásticos, lã, fibras e fibras sintéticas, que não são biodegradáveis e sua incineração causa danos ao meio ambiente.

CURIOSIDADES: Pode ser encontrada em forma rígida ou macia, em diversas cores ou em forma cristalina. Apresenta estabilidade ao calor e a esterilização. Mas para isso tem que passar por um processo de aquecimento a uma temperatura de 50° a 90°C na presença de solvente orgânico.

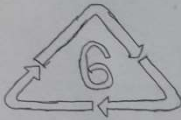
O Polipropileno é um termoplástico polimerizado a partir do gás propileno ou propeno.

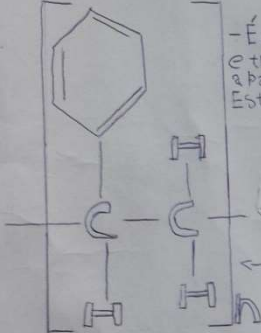
$$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CH} \end{array} \right]_n \quad \text{ou} \quad \left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{---} \text{C} & \text{---} \text{C} \text{---} \\ | & | \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$$

CARACTERÍSTICAS:

Baixo custo, elevada resistência química, fácil moldagem, fácil coloração, atóxico, alta resistência a fraturas por fadiga, boa resistência ao impacto.




**PS - POLIESTIRENO**



← Monômero de estireno.

- É um termoplástico rígido e transparente, polimerizado a partir do monômero de Estireno.
- É conhecido como PS cristal.
- Leva 50 anos para se decompor.
- Sua densidade vale  $1,05 \text{ g/cm}^3$ . Por isso, em meio aquoso afunda.
- Por ser um termoplástico é facilmente reciclado.
- O PS apresenta propriedades excelentes quando expandido, dando origem ao EPS (conhecido popularmente como Isopor).
- Tem como características: baixo custo, fácil processamento e coloração, elevada transparência, baixa resistência ao impacto.
- É utilizado em utensílios domésticos rígidos, brinquedos ou não de uso geral, brinquedos escolares, embalagens rígidas de cosméticos, copos de café.





# Polímeros



## ~> Poliamida: PA

- Densidade:  $1,14 \text{ g/cm}^3$
- Decomposição: + 30 anos
- Características:
  - > Boa resistência ao impacto;
  - > Alta fluidez;
  - > Resistência à intemperia;
- Obtido da polimerização de um ácido com uma amida



## ~> Policarbonato: PC

- Densidade:  $1,20 \text{ g/cm}^3$
- Decomposição: 400-800 anos
- Características:
  - > Alta resistência
  - > Rigidez alta
  - > Baixa inflamabilidade
- Obtido da reação entre bisfenol-A e gás carbônico



## ~> Poliuretano: PU

- Densidade:  $1,25 \text{ g/cm}^3$
- Decomposição: 150 anos
- Características:
  - > Menor peso
  - > Menor custo
  - > Alta resistência
  - > Flexível
- Obtido da reação entre MDI e POLIOL



**APÊNDICE D – APRESENTAÇÕES UTILIZANDO PREZI E POWERPOINT**

Figura D1 – Prezi elaborado pelo estudante 1



Fonte: elaborada pela autora (2017), disponível em: <<https://prezi.com/view/sOE84c7RC9hSHu2e3iUF/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

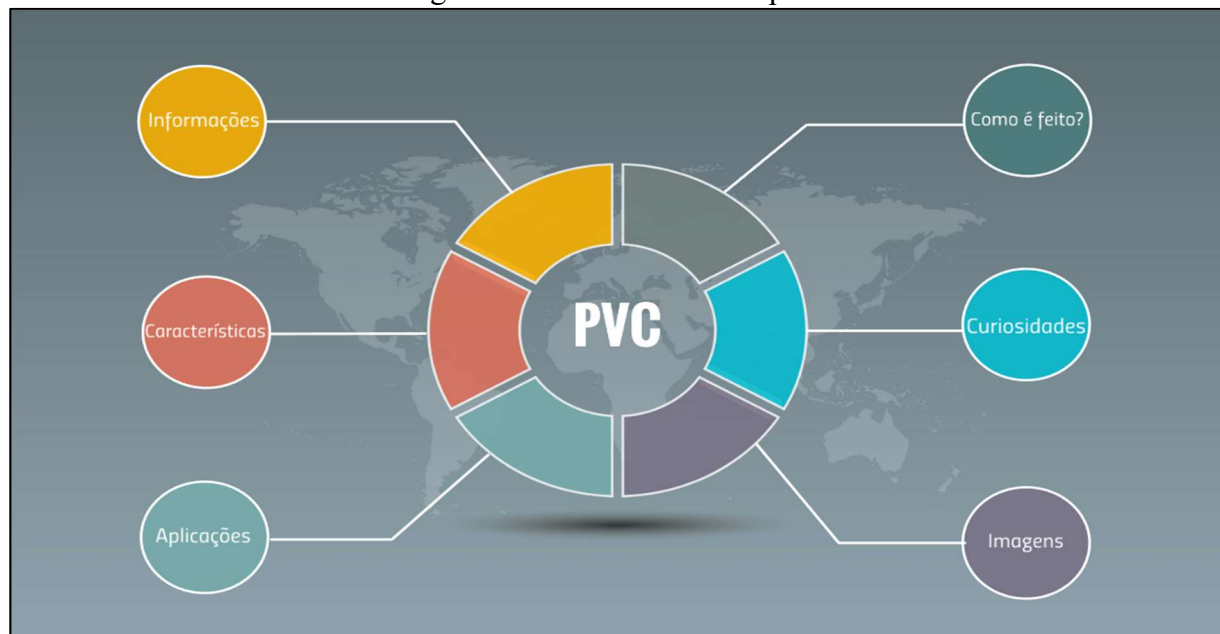


\* O estudante 2 não esteve presente para realização desta atividade.





Figura D2 - Prezi elaborado pelo estudante 3



Fonte: elaborada pela autora (2017). Disponível em: <<https://prezi.com/view/BASLV9oAjmfHDs4mnqFD/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.



Figura D3 – PowerPoint – apresentação elaborada pela estudante 4



Fonte: elaborada pela autora (2017).



Figura D4 - PowerPoint – apresentação elaborada pela estudante 5



Fonte: elaborada pela autora (2017).



Figura D5 – Prezi elaborado pelo estudante 6

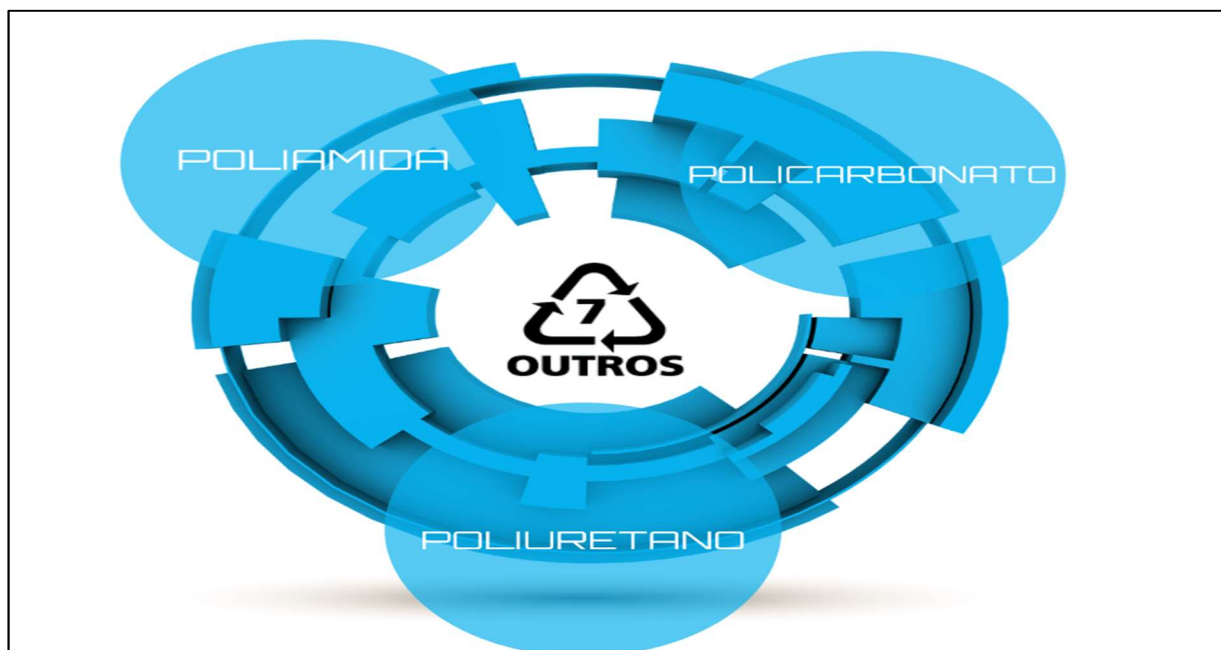


Fonte: elaborada pela autora (2017). Disponível em: < <https://prezi.com/view/GINp35id0uOFFARkPFOb/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.



Outros

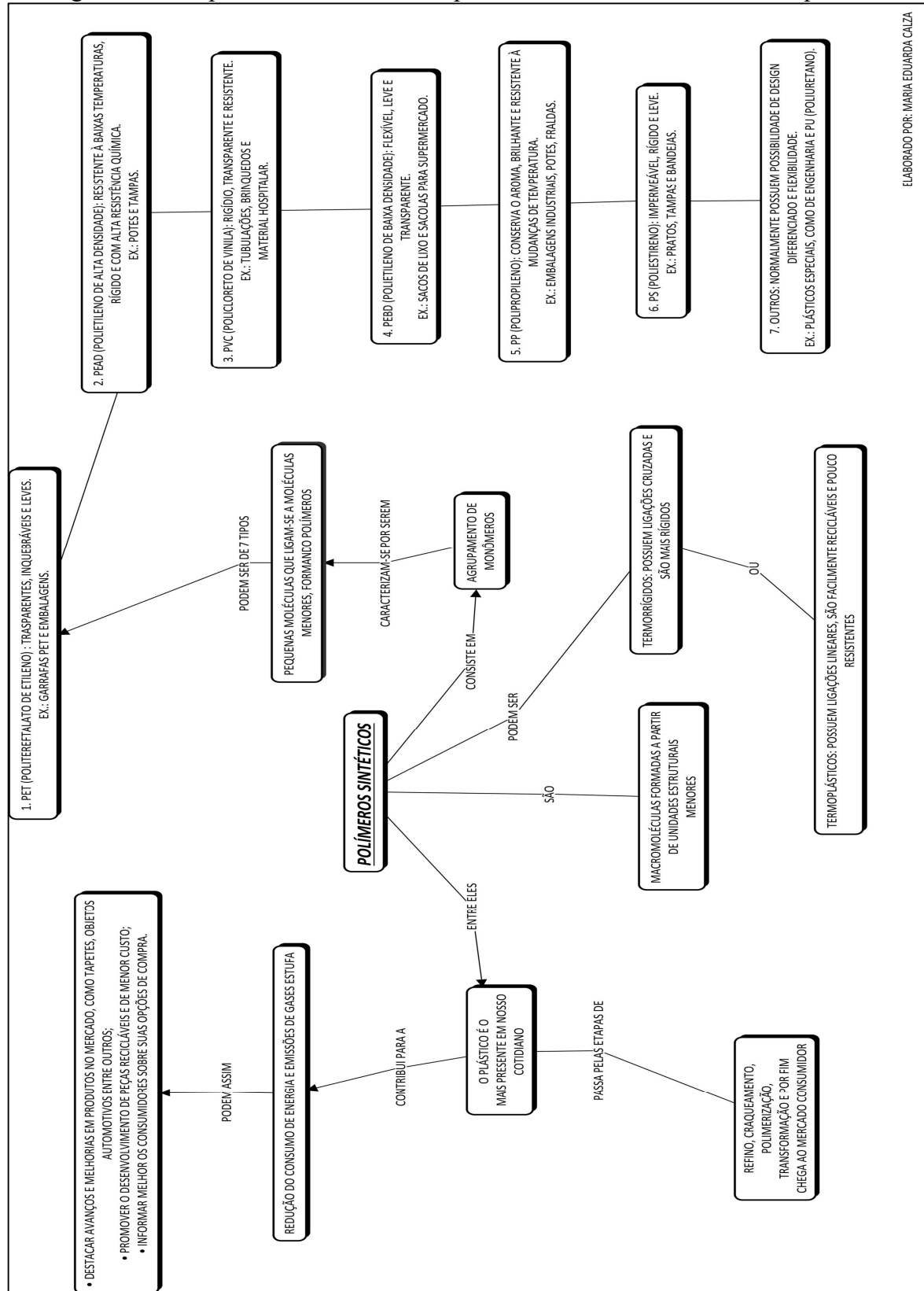
Figura D6 – Prezi elaborado pelo estudante 7



Fonte: elaborado pela autora (2017). Disponível em: <[https://prezi.com/p/wyoumj7\\_bgqx/](https://prezi.com/p/wyoumj7_bgqx/)>. Acesso em: 01 jul. 2017.

## APÊNDICE E – MAPAS CONCEITUAIS UTILIZANDO O CMAP TOOLS

Figura E1 – Mapa conceitual elaborado pelo estudante 1, utilizando o Cmap Tools

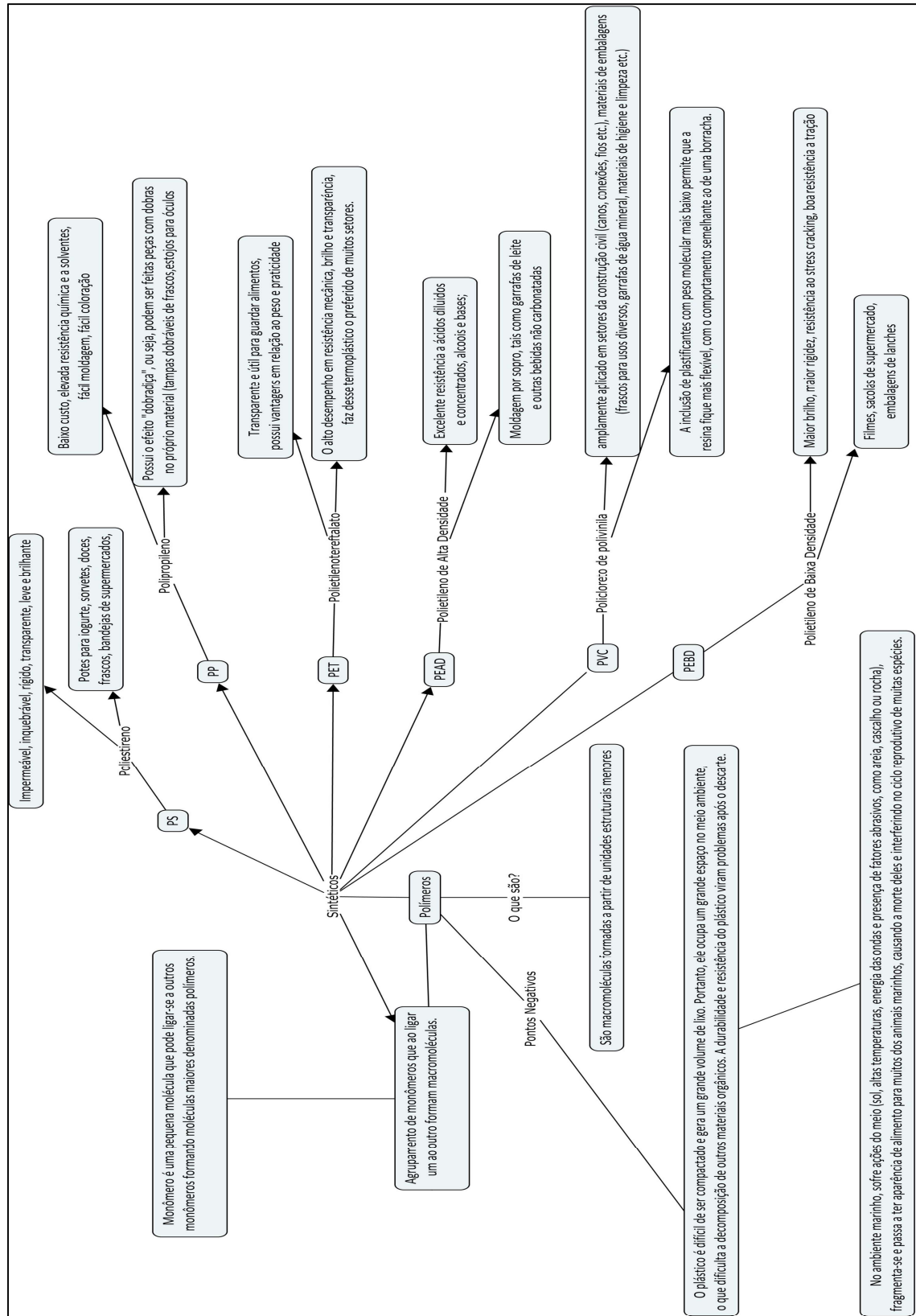


Fonte: elaborado pela autora (2017).



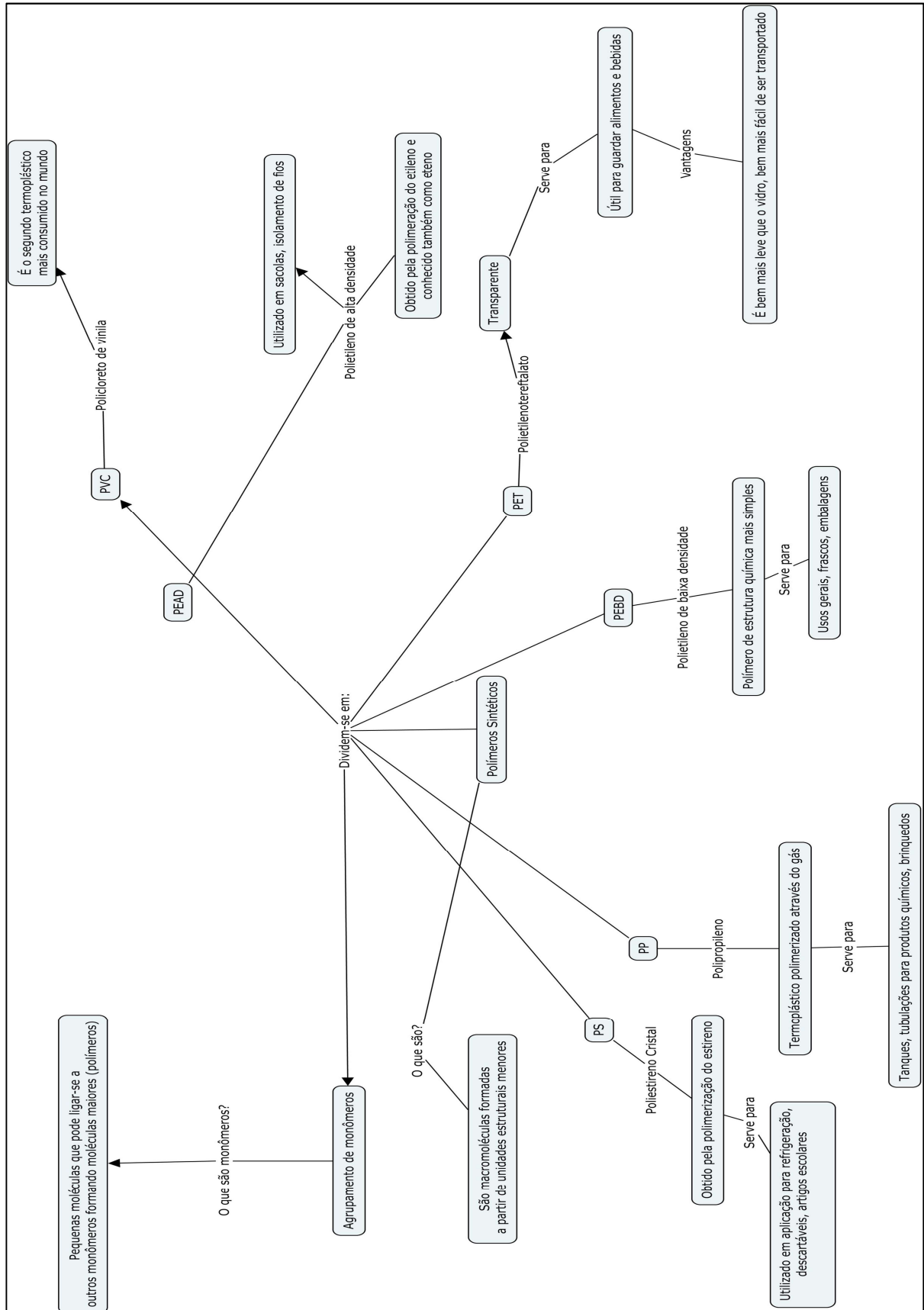
\* O estudante 2 não realizou o mapa conceitual pois estava ausente nesta aula.

Figura E2 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante 3, utilizando o Cmap Tools



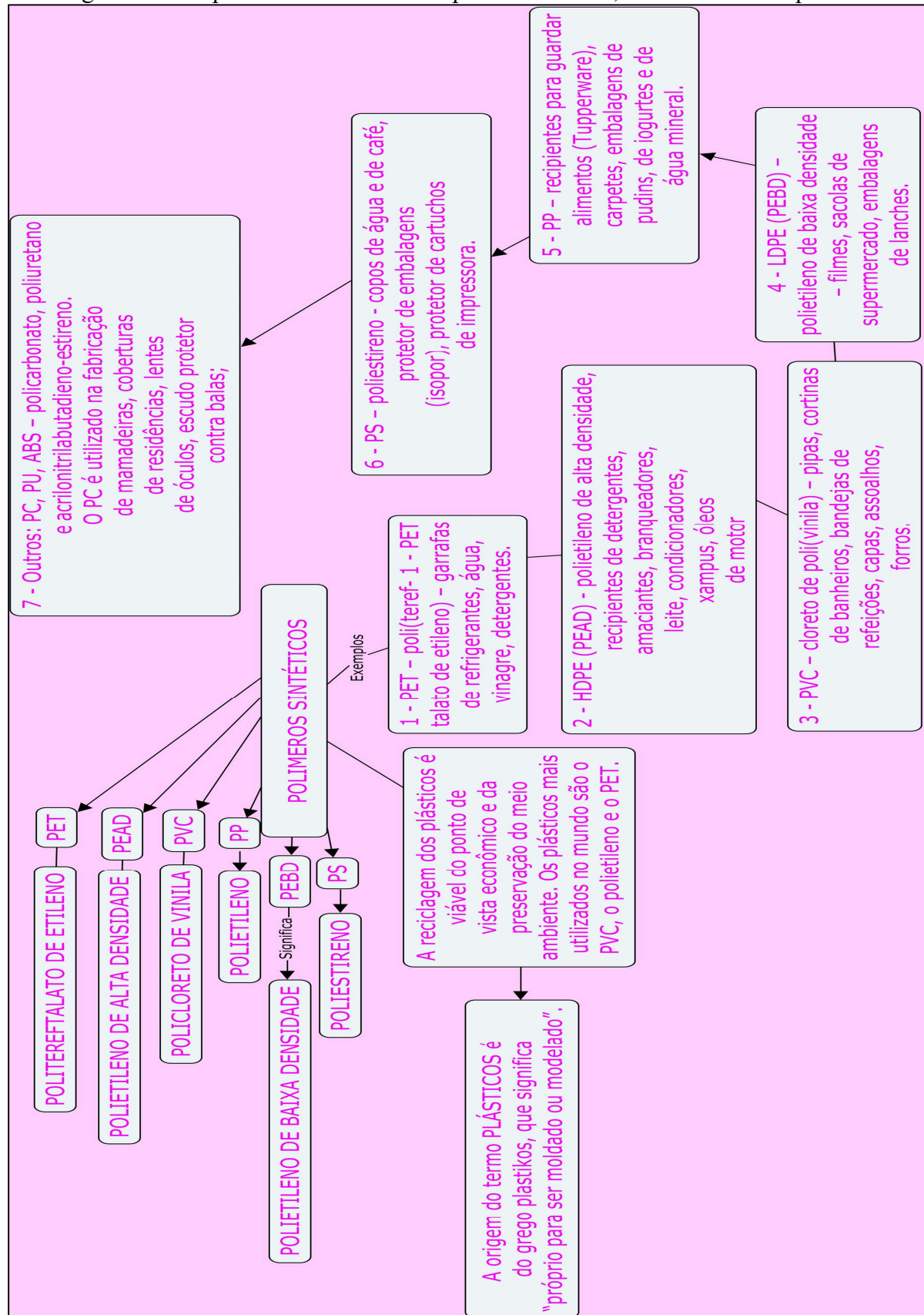
Fonte: elaborado pela autora (2017).

Figura E3 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante 4, utilizando o Cmap Tools



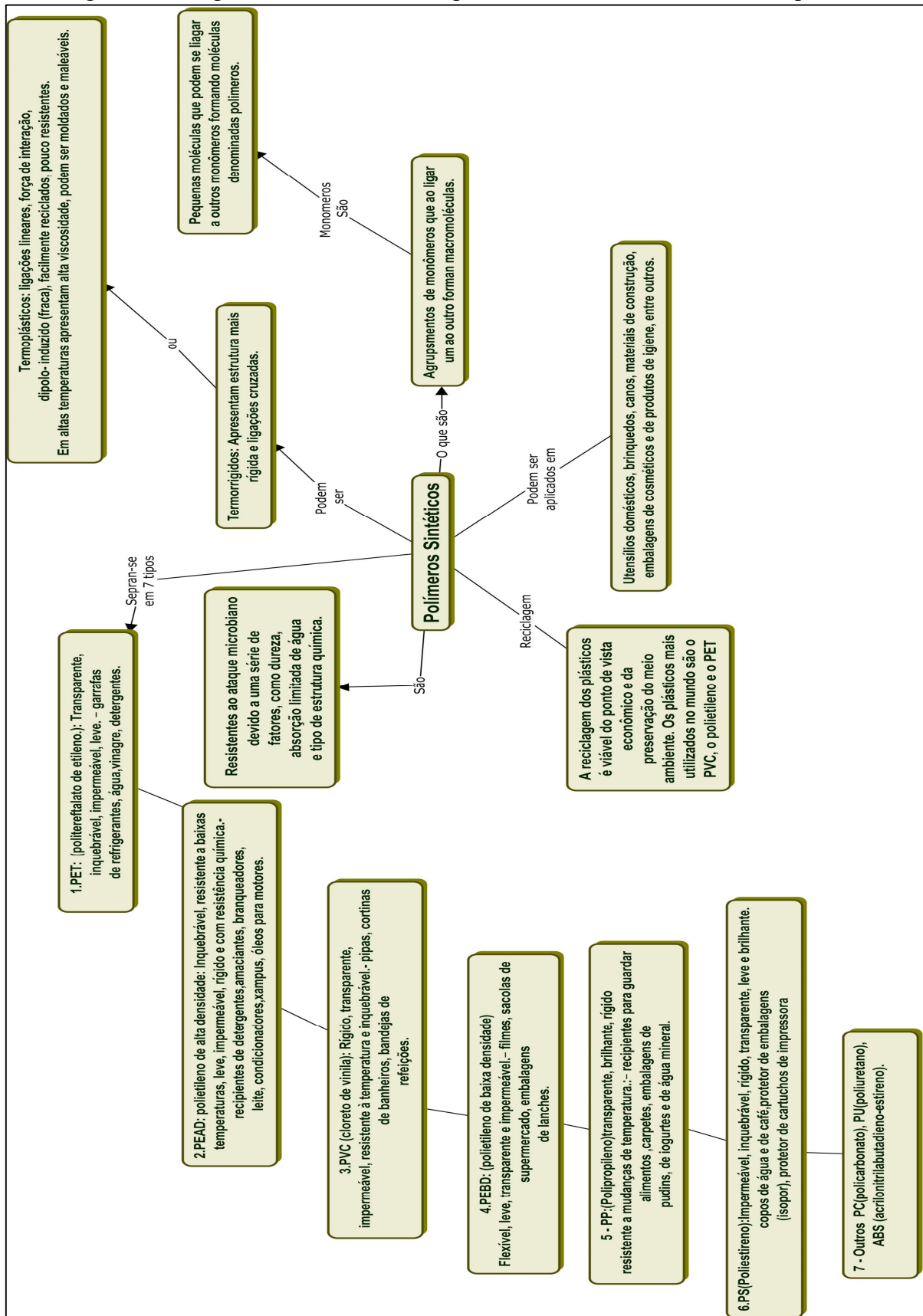
Fonte: elaborado pela autora (2017).

Figura E4 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante 5, utilizando o Cmap Tools



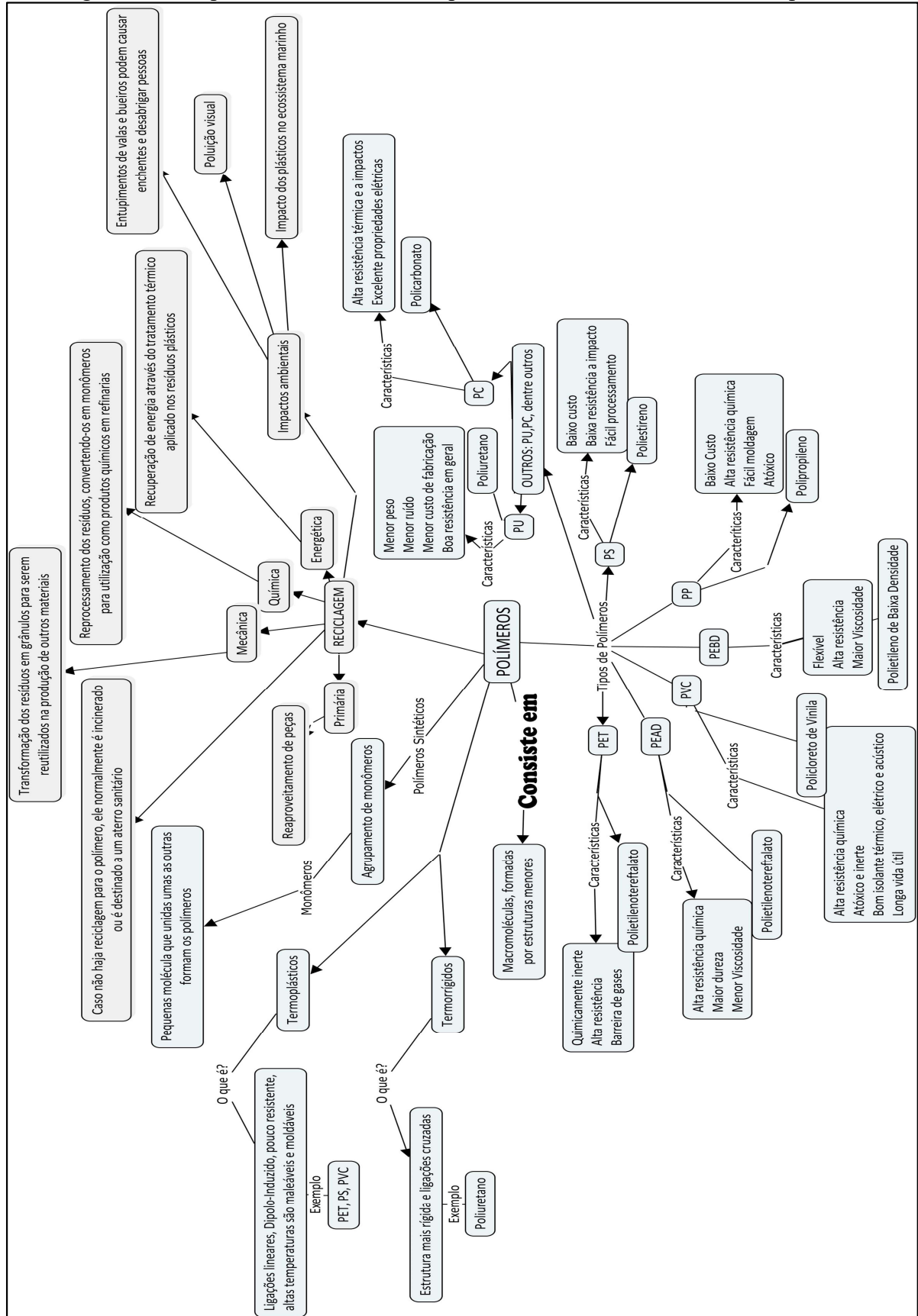
Fonte: elaborado pela autora (2017).

Figura E5 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante 6, utilizando o Cmap Tools



Fonte: elaborado pela autora (2017).

Figura E6 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante 7, utilizando o Cmap Tools



Fonte: elaborado pela autora (2017).

## APÊNDICE F – SISTEMATIZAÇÃO CONCEITUAL UTILIZANDO O GOOGLE DOCS

**Utilizar fonte Times New Roman Tamanho 12;**  
**Cada termo com seu significado acrescentado citar fonte;**  
**Podem ser acrescentadas imagens, links de vídeos e outros relacionados com o tema;**  
**Bons estudos!**

### **POLÍMEROS SINTÉTICOS**

O que são Polímeros? São macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores.

<https://www.youtube.com/watch?v=ENKnCkSc6TM>

O que são polímeros sintéticos? Agrupamento de monômeros que ao ligar um ao outro formam macromoléculas.

Produzidos a partir do Petróleo: fonte de energia não renovável. Encontrado na natureza em quantidades limitadas e que irão se extinguir com a sua utilização. Uma vez esgotadas, as reservas não podem ser regeneradas.

Monômero é uma pequena molécula que pode ligar-se a outros monômeros, formando moléculas maiores denominadas polímeros.

PHB - (polihidroxibutirato) obtido a partir do bagaço da cana.

Plástico de mamona - Poliuretano obtido a partir do óleo vegetal.

PP - Polipropileno:

O Polipropileno (PP) foi inventado em 1954 pelo professor Natta e iniciou comercialização sob a marca Moplen pela Montedison em 1957. O Polipropileno (PP) é de fácil processamento, possui baixa densidade e é relativamente barato comparativamente a outros polímeros.

PVC - Policloreto de vinila:

O PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo, é obtido através de 57% de sal marinho e 43% de derivados não renováveis, é totalmente atóxico e inerte o que significa que pode ser utilizado em produtos médicos hospitalares, em brinquedos, dentre outros.

As principais aplicações são:

- Embalagens alimentares, copos, e tabuleiros.
- Utilidade mobiliária: cadeiras e mesas de jardim.
- Utensílios domésticos: recipientes de armazenamento, caixas.
- Embalagens industriais: garrafas para detergentes. Baldes.
- Cápsulas e tampas.

Disponível em: <http://www.resinex.pt/tipos-de-polimeros/pp.html>. Acesso em 28/05/2017.

Densidades dos Polímeros:

PET-1,38 g/cm<sup>3</sup>

PEAD - de 0,945 g/cm<sup>3</sup> a 0,96 g/cm<sup>3</sup>

PVC- de 1,38 g/cm<sup>3</sup> a 1,40 g/cm<sup>3</sup>

PEBD - de 0,91 g/cm<sup>3</sup> a 0,925 g/cm<sup>3</sup>

PP - 0,946 g/cm<sup>3</sup>

PS - 1,05 g/cm<sup>3</sup>

Características PEBD

- Flexível;
- Maior resistência ao impacto;
- Transparente ou translúcido;
- Maior viscosidade.

• Termoplásticos: ligações lineares, força de interação dipolo-induzido (fraca), facilmente reciclados e pouco resistentes. Em altas temperaturas apresentam alta viscosidade, podem ser moldados e maleáveis. Exemplos: PET, PS, PVC.

- Termorrígidos: apresentam estrutura rígida e ligações cruzadas. Exemplos: PU.

**Textos de apoio para elaboração dos mapas conceituais:**

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>

[p://cejarj.cecierj.edu.br/pdf\\_mod4/CN/Unidade05\\_Quimica\\_Modulo4.pdf](p://cejarj.cecierj.edu.br/pdf_mod4/CN/Unidade05_Quimica_Modulo4.pdf)

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A09.PDF>

<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/646-um-oceano-de-sacolinhas.html>

<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/722-saiba-o-que-fazer-com-plasticos-que-nao-sao-reciclaveis.html>

<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/706-conheca-os-tipos-de-plastico.html>

<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/695-afinal-o-que-e-plastico-verde.html>

[https://www.braskem.com.br/download/Principal/21103?file=Cartilha\\_Braskem.pdf](https://www.braskem.com.br/download/Principal/21103?file=Cartilha_Braskem.pdf)