



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**  
**QUÍMICA – LICENCIATURA**



**MARCOS ANTONIO COELHO JÚNIOR**

**ESTUDO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
SOBRE POLÍMEROS: PROBLEMATIZAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E  
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**

**CARUARU**  
**2016**

**MARCOS ANTONIO COELHO JÚNIOR**

**ESTUDO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
SOBRE POLÍMEROS: PROBLEMATIZAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E  
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química-Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães**

**CARUARU  
2016**

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier CRB/4 - 1242

C672e Coelho Júnior, Marcos Antonio.  
Estudo de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre polímeros:  
problematização, organização e aplicação do conhecimento. / Marcos Antonio Coelho  
Júnior. – 2016.  
85f. il. ; 30 cm.

Orientador: Ricardo Lima Guimarães  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de  
Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2016.  
Inclui Referências.

1. Sequencia didática. 2. Química – Estudo e ensino. 3. Polímeros. 4. Ensino-  
aprendizagem. I. Guimarães, Ricardo Lima (Orientador). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2016-192)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**  
**QUÍMICA – LICENCIATURA**



**ESTUDO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE  
POLÍMEROS: PROBLEMATIZAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E APLICAÇÃO DO  
CONHECIMENTO**

**MARCOS ANTONIO COELHO JÚNIOR**

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Química-Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e **aprovada** em 20 de Julho de 2016.

Banca Examinadora:

---

**Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (CAA-UFPE)**  
**(Orientador)**

---

**Prof. Me. Fábio Adriano da Silva (UFAL)**  
**Examinador 1**

---

**Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (CAA-UFPE)**  
**Examinador 2**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, pelo apoio, paciência e sacrifício durante essa trajetória, pelo incentivo a nunca desistir frente aos obstáculos que surgiram, e por acreditar em mim sempre.

Tudo que sou hoje como pessoa, devo tudo a eles.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por ter estado comigo sempre e por ter me ajudado a passar por todos os momentos, que incluem aqueles que pareciam que não iria conseguir. Sou eternamente grato a Ti Senhor. Obrigado por tudo!

Aos meus familiares, na pessoa de minha mãe, mulher GUERREIRA e esforçada, por sempre ter me dando suporte em tudo que precisei, e nunca ter medindo esforços para ver meu sucesso.

Na pessoa de meu pai, que é um exemplo de ser humano a ser seguido, e por sempre me incentivar a conquistar meus objetivos.

Na pessoa de meu irmão Neymar, pela ajuda constante durante essa trajetória. E minha cunhada Jéssica pelo apoio.

A minha namorada Hellen, pela paciência, companheirismo e ajuda durante todo esse tempo, por sempre ter me encorajado a seguir em frente.

Ao meu orientador e pai científico por consideração, Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães, pelas orientações e direcionamentos durante todos esses anos, que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos, pelas contribuições ao trabalho, e disponibilidade quando precisei.

Ao Prof. Me. Fábio Adriano Santos da Silva, pelos ensinamentos valiosos que ajudaram significativamente o desenvolvimento do trabalho.

A todos os Professores da UFPE-CAA e dos campos de estágios, os quais contribuíram imensamente para minha formação como docente e pessoa.

Aos amigos que conquistei e tornaram essa caminhada mais leve, como os componentes do grupo Petrobrás, nas pessoas de Renan, Emmanuel, Bruno e Victor, companheiros de trajetória, os quais proporcionaram momentos de descontração e estudo. E aos amigos Jainaldo, Sandrelle, Luciana e Cleiça, pela ajuda e contribuições nesses momentos juntos.

Ao grupo de pesquisa Flores, a Jeisyenne, Jeice, Fernandes, Vinícius, Filipe e Débora.

A turma de Orgânica II, a qual contribuiu grandemente para a realização deste trabalho.

Aos colegas de ônibus (Palmares – Caruaru), em especial a Felipe Sousa, pelo grande apoio.

As pessoas que ajudaram na preparação do experimento, Renan, Wagner, Débora e Victor.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Diante das dificuldades encontradas no ensino das ciências, tem-se procurado por novas metodologias que estimulem e despertem o interesse do aluno para a disciplina a que se pretende trabalhar. Defende-se, então, a utilização de uma abordagem metodológica baseada na aplicação simultânea entre uma sequência de ensino e aprendizagem. Fundamentou-se essa abordagem nos pensamentos de Méheut: (1) dimensão epistemológica, (2) dimensão pedagógica, (3) abordagem construtivista integrada, e nos momentos pedagógicos de acordo com Delizoicov: (1) problematização inicial, (2) organização do conhecimento, (3) aplicação do conhecimento, para promover o processo de ensino e aprendizagem sobre um tema específico. Para este fim, utilizaram-se os polímeros, devido à sua ampla relação com o cotidiano e o meio ambiente. Desenvolveu-se a pesquisa com discentes do sexto período do curso de Química-Licenciatura da UFPE-CAA. Para se obter os dados necessários ao cumprimento dos objetivos do trabalho, coletaram-se questionários de maneira prévia e posterior à intervenção do pesquisador na Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA). Tais questionários foram compostos por questões abertas e itens da Escala de Likert, a fim de aumentar a confiabilidade dos dados e promover uma comparação entre as respostas dos discentes. Com isso, aplicou-se a sequência de ensino e aprendizagem em uma perspectiva problematizadora, onde as suas três características tiveram relação com os três momentos pedagógicos. Esses momentos corresponderam a: (1) problematização inicial, apresentada como uma experimentação, na qual se propôs a formação de um bioplástico a partir da batata inglesa, fazendo relação com a dimensão epistemológica; (2) organização do conhecimento, que se caracterizou por uma aula expositiva dialogada, fazendo relação com a dimensão pedagógica; (3) aplicação do conhecimento, onde ocorreram os momentos de discussão em grupos sobre o problema do experimento, fazendo relação com a abordagem construtivista integrada. Ao final do processo, pode-se dizer que a SEA alcançou seus principais objetivos: desenvolver o conhecimento científico e aproximar uma situação real dos alunos de forma satisfatória.

Palavras-chave: Sequência de ensino e aprendizagem; momentos pedagógicos; polímeros.

## ABSTRACT

The face of difficulties found in science education, it has been searching for new methodologies that encourage and awaken the interest of the student to the discipline which is intended to work. Defends the use of a methodological approach based on simultaneous application of a teaching and learning sequence. This approach was based on the thoughts of Méheut: (1) epistemological dimension, (2) educational dimension, (3) integrated constructivist approach; and educational moments according Delizoicov: (1) initial problematization, (2) organization of knowledge (3) application of knowledge, to promote the process of teaching and learning on a specific topic. To this end, the polymers were used, due to its wide relationship with the daily life and the environment. The research was conducted with students from the sixth period of the Chemistry course of UFPE-CAA. To obtain the data necessary to accomplish the objectives of the work, questionnaires were collected before and after the intervention of the researcher in Teaching and Learning Sequence (TLS). These questionnaires were composed by open questions and items of Likert scale, in order to increase the reliability of data and encourage a comparison between the responses of students. Thus, applied to teaching and learning sequence in a problem-based perspective, where their three characteristics were related to the three pedagogical moments. These moments correspond to: (1) initial problematization, presented as an experimentation, in which it is proposed the formation of a bioplastic from the potatoes, making relationship with the epistemological dimension; (2) organization of knowledge, which was characterized by a dialogued expositive class, making relationship with the educational dimension; (3) application of knowledge, which occurred moments of discussion groups on the experiment of the problem, making relationship with the integrated constructivist approach. At the end of the process, it can be said that the TLS has achieved its main objectives: to develop scientific knowledge and approach a real situation of students satisfactorily.

Keywords: Teaching and Learning Sequence; pedagogical moments; polymers.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Respostas dos alunos no pré-teste à Q <sub>1</sub> .....	44
Quadro 2 – Respostas dos alunos no pré-teste à Q <sub>2</sub> .....	47
Quadro 3 – Comparativo entre as respostas à Q <sub>1</sub> .....	55
Quadro 4 – Respostas à Q <sub>1</sub> de alguns alunos que não demonstraram evolução.....	56
Quadro 5 – Comparativo entre as respostas à Q <sub>2</sub> .....	59
Quadro 6 – Níveis de evolução de conhecimento .....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variações dos reagentes em cada grupo .....	37
Tabela 2 – Natureza das questões abertas .....	40
Tabela 3 – Agrupamento e natureza das afirmativas.....	40
Tabela 4. Natureza das afirmações/questões do pré-teste .....	41
Tabela 5 – Respostas do pré-teste à Q <sub>1</sub> .....	42
Tabela 6. Respostas do pré-teste à Q <sub>2</sub> .....	46
Tabela 7 – Natureza das afirmações/questões do pós-teste.....	53
Tabela 8 – Respostas do pós-teste à Q <sub>1</sub> .....	54
Tabela 9 – Respostas do pós-teste à Q <sub>2</sub> .....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Losango ou esquema didático para descrever o desenho de uma TLS .....	18
Figura 2 – Classificação dos polímeros .....	27
Figura 3 – Reação do polímero de condensação .....	28
Figura 4 – Crescimento da macromolécula .....	29
Figura 5 – Principais estruturas poliméricas.....	30
Figura 6 – Classificação dos tipos de plásticos .....	31
Figura 7 – Metodologia da aplicação da prática experimental.....	38
Figura 8 – Segunda etapa da discussão sobre o experimento.....	39
Figura 9 – Gráfico dos níveis de concordância/discordância para a afirmativa 1 do pré-teste	45
Figura 10 – Níveis de concordância/discordância para a afirmativa 2 do pré-teste .....	47
Figura 11 – Níveis de concordância/discordância para a afirmativa 1 do pós-teste.....	57
Figura 12 – Gráfico dos níveis de concordância/discordância para a afirmativa 2 do pós-teste .....	60
Figura 13 – Gráfico dos níveis de concordância/discordância das afirmativas do grupo 3 .....	62
Figura 14 – Diagrama (1) da função da água .....	65
Figura 15 – Diagrama (2) da função da glicerina.....	65
Figura 16 – Diagrama (3) da função do vinagre.....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A<sub>1</sub> – Aluno número 1 (numeração de 1 a 32)

CAA – Centro Acadêmico do Agreste

CP – Concordo parcialmente

CT – Concordo totalmente

CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade

CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

D<sub>1</sub> – Dupla número 1 (numeração de 1 a 4)

DP – Discordo parcialmente

DT – Discordo totalmente

G<sub>1</sub> – Grupo número 1 (numeração de 1 a 4)

IN – Indiferente

L<sub>1</sub> – Item de Likert 1 (numeração de 1 a 5)

MP – Momentos Pedagógicos

PP - Polipropileno

PE - Polietileno

PET - poli(tereftalato de etileno)

PVC - poli(cloreto de vinila)

PS - Poliestireno

Q<sub>1</sub> – Questão de número 1 (numeração de 1 a 3)

SEA – Sequência de ensino-aprendizagem

TLS – Teaching Learning-Sequences

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Sequência de ensino-aprendizagem (SEA) e os três momentos pedagógicos</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Experimentação, contextualização e implicações CTS</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Evolução conceitual e a linguagem</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Polímeros e o Ensino de Química</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Cenário e participantes da pesquisa</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Questionário</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Escala Likert</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Observação participante</b> .....	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Planejamento e execução da sequência de ensino e aprendizagem</b> .....	<b>36</b>
<b>4.5</b>	<b>Análise e interpretação dos dados obtidos</b> .....	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1</b>	<b>Análise das concepções prévias dos discentes sobre polímeros</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Grupo 1 - Sobre a compreensão do conceito de polímero</b> .....	<b>42</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Grupo 2: Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente</b> .....	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Reflexões sobre os momentos pedagógicos da sequência de ensino e aprendizagem</b> .....	<b>48</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Primeiro momento – Problematização inicial e a dimensão epistemológica</b> .....	<b>48</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Segundo momento – Organização do conhecimento e a dimensão pedagógica</b> .....	<b>49</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Terceiro momento – Aplicação do conhecimento e a abordagem Construtivista integrada</b> ..	<b>50</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise e comparação dos conhecimentos dos discentes após a aplicação da SEA</b> .....	<b>52</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Grupo 1 – Sobre a compreensão do conceito de polímero</b> .....	<b>53</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Grupo 2 - Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente</b> .....	<b>57</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Grupo 3 - Sobre a compreensão do experimento</b> .....	<b>61</b>

5.3.3.1	“Como acontece a formação do bioplástico?” .....	62
5.3.3.2	“Como o bioplástico pode adquirir características diferentes” .....	64
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Existe um consentimento entre os professores de ciências, dentre os quais se incluem os de Química que há várias dificuldades que atrapalham o desenvolvimento dos estudantes. Segundo Aquino e Borges (2009), os alunos não conseguem compreender e conectar os conteúdos vistos em sala de aula com o cotidiano por diversos fatores, sendo, a formação, a formação continuada e a metodologia do professor os principais motivos que influenciam fortemente no aprendizado dos estudantes.

Nesse cenário de descontextualização, Fiori e Bertoldo (2013) afirmam que é necessário relacionar os conteúdos estudados com o cotidiano, e mostrar a sua notória presença, pois a falta de contextualização dos assuntos de Química ergue ainda mais a dificuldade no processo de ensino-aprendizagem, pelo fato de muitos conteúdos serem apresentados de forma abstrata.

Cabe, portanto ao professor buscar novas metodologias, que estimulem e despertem o interesse do aluno para aprendizagem da Química, pois apenas o método tradicional atual não é o suficiente para despertar o interesse dos estudantes pela disciplina (SILVÉRIO, 2012).

Diante disso, a pesquisa no ensino de química busca superar inúmeros problemas em relação ao ensino e a aprendizagem, e assim é aberto debates sobre possíveis abordagens metodológicas. Méheut e Psillos (2004) defendem a produção de sequências de aulas na forma de currículo curto que objetivam a melhoria do ensino e aprendizagem e a aproximação com o mundo real dos estudantes, essas são chamadas de Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). A SEA pode apresentar um caráter dual, quando avalia o ensino e a aprendizagem, sendo umas de suas principais características a busca pela relação entre as perspectivas dos alunos e a ciência (MÉHEUT; PSILLOS, 2004).

Essas sequências de ensino-aprendizagem são construídas com base na problematização, essa perspectiva é defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).<sup>1</sup> Estes autores apresentam os três momentos pedagógicos (Problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) como uma abordagem de cunho problematizador e tem por objetivo facilitar o processo de aprendizagem.

Sendo assim, um tema bastante propício para que se possa articular o conhecimento científico ao conhecimento do cotidiano por meio de uma sequência de ensino-aprendizagem são os polímeros, visto a sua importância para a sociedade atual. Eles estão presentes no

---

<sup>1</sup> Será utilizado durante todo o trabalho apenas o primeiro autor para se referir aos três momentos pedagógicos.

cotidiano de todos, em vários objetivos, e contribui para o crescimento de diversos setores da indústria, como a farmacêutica, têxtil, petroquímica, etc. Por outro lado, eles são considerados vilões do meio ambiente, principalmente o plástico, devido a sua grande produção e uso, ao descarte inadequado juntamente com a longa durabilidade na natureza.

Diante do exposto, será o objetivo do presente trabalho apresentar uma discussão advinda do processo de aplicação e análise de uma SEA orientada pelos três momentos pedagógicos (MP), ressaltando os efeitos resultantes no grupo de alunos participantes da pesquisa por meio de uma problematização acerca do tema polímeros. Busca-se também correlacionar as concepções prévias dos alunos sobre polímeros com as concepções após a aplicação da SEA por meio de um questionário e itens da escala Likert, e assim poder verificar por meio da própria linguagem escrita se houve alguma contribuição no que diz respeito a aprendizagem dos alunos.

Portanto, frente ao que foi exposto, a pesquisa apresenta o seguinte problema: *“Quais os potenciais efeitos a nível de aprendizagem que a aplicação da sequência de ensino-aprendizagem orientada pelos três momentos pedagógicos pode proporcionar nos participantes da pesquisa?”*

Vale ressaltar que é diante da escassez de trabalhos encontrados na literatura que relacionam uma SEA aos três MP que essa pesquisa se torna relevante para o ensino da ciência e da conseqüentemente da Química, tendo em vista seus potenciais resultados frente ao processo de ensino-aprendizagem nos alunos e a necessidade de novas abordagens metodológicas que auxiliem esse processo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as contribuições no processo de ensino-aprendizagem de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre polímeros orientada pelos três momentos pedagógicos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Desenvolver uma sequência de ensino e aprendizagem envolvendo os três momentos pedagógicos;
- Analisar e/ou comparar o conhecimento pré e pós-intervenção dos alunos sobre a concepção dos polímeros e sua relação com o meio ambiente, além da compreensão do experimento;
- Relacionar as características da sequência de ensino-aprendizagem aos três momentos pedagógicos.

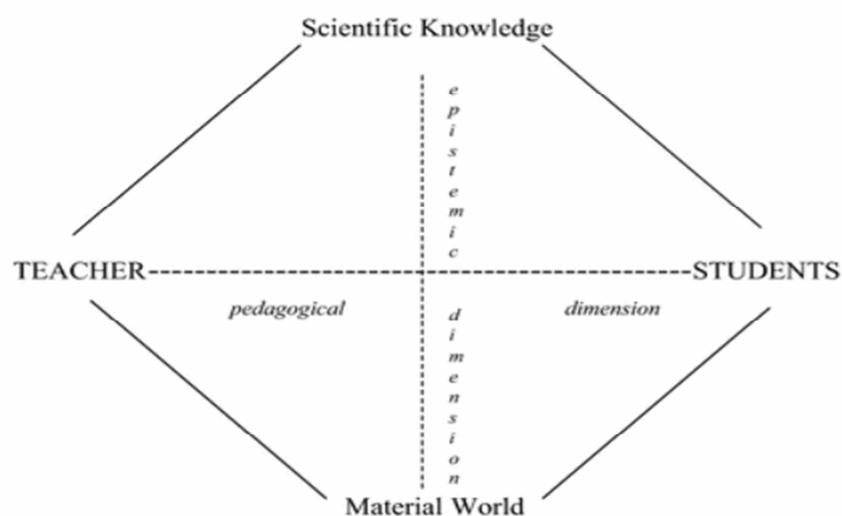
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Sequência de ensino-aprendizagem (SEA) e os três momentos pedagógicos

Diversas pesquisas direcionadas para o Ensino de Ciências vêm debatendo sobre a aplicação de novas abordagens metodológicas na área da aprendizagem, dentre as quais se destacam as Sequências de Ensino e Aprendizagem (SEA), uma corrente metodológica internacional que surgiu nos anos 80 na Europa com o termo *Teaching-Learning Sequences* (TLS) (BARROS; FERREIRA, 2014, p. 5).

Baseado em Méheut (2005), uma sequência de ensino e aprendizagem é um conjunto de atividades escolares organizadas, que servem para planejar o ensino de um conteúdo, maximizando as potencialidades de diferentes metodologias, dentro de uma rede interligada de ações, as quais têm como objetivo auxiliar os alunos na compreensão do conhecimento científico, e que esses conhecimentos tenham conexão com algo próximo da realidade ou ao cenário do mundo dos estudantes. Para isso, a autora propõe um modelo simples de situação de ensino e de aprendizagem que envolve quatro componentes: professores, alunos, mundo material e conhecimento científico, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica, conforme representado na figura 1 (RODRIGUES; FERREIRA, p. 4).

**Figura 1** – Losango ou esquema didático para descrever o desenho de uma TLS



Fonte: MÉHEUT, 2005

Segundo Méheut, a dimensão epistêmica ou epistemológica contempla a relação existente entre o conhecimento científico e o mundo material dos alunos em seu aspecto histórico-social, assim como os problemas que eles podem resolver. Já a dimensão pedagógica abrange a relação entre o professor e o aluno, representando a interação entre estes no processo de ensino aprendizagem (BARROS; FERREIRA, 2014, p. 6).

Os estudos de Méheut propõem que sejam levadas em consideração as dimensões epistêmica e pedagógica conjuntamente, numa perspectiva que é denominada como *Construtivista Integrada*, já que segundo a autora tanto o conhecimento a ser desenvolvido, como os sujeitos envolvidos apresentam o mesmo grau de importância nesse processo (BARROS; FERREIRA, 2014, p. 6).

Diante disso, a fim de que seja alcançado o objetivo pretendido na SEA, que é o processo de aprendizagem de conceitos científicos, é necessário que haja a produção do material didático, e para isso presume-se o desenvolvimento de atividades pertinentes a proposta do trabalho.

Um dos recursos que podem se aliar a essas sequências buscando os mesmos objetivos é o uso da problematização, que é abordado por Delizoicov (2011) quando ele propõe os três momentos pedagógicos: *Problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*. Tal abordagem visa facilitar o processo de aprendizagem, por permitir trabalhar por meio do conhecimento prévio do aluno, proporcionando assim a possibilidade de acrescentar elementos para a construção de um novo conhecimento. Dessa forma, tem-se a utilização da problematização em classe e a evolução do conhecimento do aluno, oportunizando a obtenção de resultados de uma aprendizagem mais efetiva.

Sendo assim, a definição dos três momentos pedagógicos é colocada como elemento da discussão que se segue: o primeiro é a *problematização inicial*, onde o aluno é estimulado a pensar sobre o tema em questão. “Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações” (DELIZOICOV, 2011, p. 199). No momento seguinte, os alunos estudam os conteúdos necessários para a compreensão do tema e contam com o monitoramento do professor. “As mais variadas atividades são, então, empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas” (DELIZOICOV, 2011, p. 200). E, para finalizar, temos a aplicação do conhecimento que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam

diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV, 2011, p.201).

### 3.2 Experimentação, contextualização e implicações CTS

A experimentação no ensino de ciências vem passando por um processo de transformação da metodologia tradicional, onde são realizados experimentos “mecânicos” sem promover o interesse, participação e tampouco habilidades cognitivas dos alunos, para algumas metodologias diferenciadas, que podem ser uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009).

Nessa perspectiva de experimentação, os objetivos das aulas experimentais podem promover várias contribuições importantes no ensino e aprendizagem de ciências. Esses objetivos devem servir:

a) Para motivar e despertar a atenção dos alunos; b) Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; c) Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; d) Para estimular a criatividade; e) Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; f) Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; g) Para aprender conceitos científicos; h) Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; i) Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; k) Para aprimorar habilidades manipulativas (OLIVEIRA, 2012, p.141-146).

Para que esses objetivos possam ser alcançados, é necessário que as atividades experimentais sejam planejadas minuciosamente, gerando possibilidades para que haja uma maior motivação por parte do aluno, estimulando seu interesse e envolvimento no processo de aprendizagem (SCHWAHN; OAIGEN, 2009, p. 3).

No ensino da Química, a experimentação “constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos” (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, p. 101) e auxilia para diferenciar duas atividades: a atividade prática e a teórica (ALVES, 2007).

Dentre as diferentes formas conhecidas na literatura que regem o processo de organização das atividades experimentais, existem aquelas que priorizam a ilustração, outras a constatação de teorias e leis, até aquelas que despertam a criatividade do aluno, contribuindo para que eles reflitam a respeito do fenômeno científico observado (OLIVEIRA, 2012, p. 147).

Diante disso, Araújo e Abib (2003) categorizam as atividades experimentais em três tipos de abordagem: atividades de demonstração, de verificação e de investigação.

As atividades experimentais de demonstração, segundo o mesmo autor, são aquelas em que o professor realiza o experimento ao mesmo tempo em que estudantes são apenas espectadores. Esse tipo de método é bastante usado quando se pretende demonstrar alguns aspectos de conteúdos debatidos em sala, deixando-os mais evidentes e cooperando na aprendizagem dos alunos. Está geralmente atrelado às aulas expositivas, podendo ser executado no começo da aula numa forma de estimular o interesse do aluno pelo assunto vindouro, ou no final da aula, nesse caso é utilizado com o propósito de relembrar o que foi visto no decorrer do conteúdo abordado (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Por outro lado, as atividades experimentais de verificação têm o propósito de comprovar ou verificar alguma lei ou teoria. Nesse tipo de abordagem, os alunos comumente estão cientes dos fenômenos e explicações acerca do experimento, assim como também conseguem antecipar os resultados. Em contrapartida, essa modalidade desenvolve nos alunos a aptidão de interpretar os parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos vistos, relacionando-os com os seus conhecimentos científicos, de forma que se torna interessante quando os resultados do experimento passam a abranger novos horizontes que não haviam sido previstos (ARAÚJO; ABIB, 2003).

No tocante à atividade experimental investigativa, ela representa uma estratégia que possibilita o aluno tomar a frente no procedimento de elaboração do conhecimento, desempenhando um papel mais ativo, enquanto que o professor passa a ser um mediador desse processo. A natureza dessa abordagem é baseada na capacidade de disponibilizar uma maior participação dos alunos em todas as etapas da investigação, que vai desde a interpretação do problema a sua possível solução (SUART; MARCONDES, 2008, p. 3-4).

Uma das heranças dessa aprendizagem por investigação é o conhecimento dos alunos sobre a natureza da investigação científica e a problematização, que segundo Ponticelli, Zucolotto e Beluco (2013), proporciona discussões de um tema ou experimento pelos alunos, e quando ela é trabalhada em equipe auxilia-os na construção do conhecimento, baseado nas observações e medições do experimento, acertos ou erros, assim como nas discussões em equipe acerca do mesmo. Então, nessa perspectiva, deixa-se de usar o experimento apenas como uma maneira de reproduzir e comprovar o teórico.

Guimarães (2009) complementa sobre a utilização da experimentação na resolução de problemas, afirmando que ela pode promover uma ação mais ativa do aluno, porém para isso é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem não ter solução; permitir o trabalho em grupo, entre outras atribuições. Dessa forma é possível que o aluno consiga relacionar os seus conhecimentos prévios aos

conhecimentos científicos por meio de ações, e expressá-los em forma de linguagem escrita ou oral.

É nesse cenário de problematização que a contextualização entra em evidência, estabelecendo essa relação entre esse conhecimento científico e o dia a dia do aluno. No que se refere a isso, Gonçalves e Marques (2006) relacionam como sendo uma das grandes vantagens dessas atividades experimentais a oportunidade de por meio delas debater como a ciência está relacionada à tecnologia encontrada no cotidiano dos estudantes, as relações sociais vinculadas ao conhecimento científico, as consequências das atividades científicas para o meio ambiente, entre outras formas de fazer uma conexão entre os conceitos científicos e o cotidiano dos alunos.

Portanto, contextualizar nas palavras de Santos, Aquino e Guedes (2012): é “construir significados, incorporando valores que explicitem o cotidiano, com uma abordagem social e cultural, que facilitem o processo da descoberta. É levar o aluno a entender a importância do conhecimento e aplicá-lo na compreensão dos fatos que o cercam.”.

Nas ciências de um modo geral, ela é vista como uma forma de ensinar conceitos relacionados à vivência dos estudantes como princípio norteador do processo de ensino. Essa perspectiva baseia-se nas interações que ocorrem entre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos, que auxiliam na compreensão de todo o contexto (SILVA, 2007, p. 10).

No que se refere aos possíveis caminhos que essa abordagem da contextualização no ensino de ciências pode tomar, Silva (2007) traz três grandes grupos de orientações:

- Contextualização como exemplificação, ou entendimento, ou informação do cotidiano – que pode ser caracterizada por compreensão de situações problemáticas, aplicação de conteúdos científicos. Mantém o modelo de racionalidade técnica, apenas incorpora o discurso da contextualização, no sentido de justificar socialmente o que está sendo ensinado. Tal compreensão do cotidiano não promove, necessariamente, a desalienação, o engajamento etc. O ensino é dito contextualizado, o aluno reconhece a química no seu dia a dia. A ênfase é na informação, não no desenvolvimento de competências, atitudes ou valores.
- Contextualização como entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade - essa orientação é característica do movimento CTS, que em geral propõe o uso de temas de interesse social que permitam o desenvolvimento de atitudes e valores nos alunos. O ensino CTS apresenta como objetivo a preparação do alunado para enfrentar um mundo cada vez mais tecnológico e a atuar, com responsabilidade, frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade.
- Contextualização como perspectiva de intervenção na sociedade –caracteriza-se pelo entendimento crítico dos aspectos sociais e culturais da ciência e tecnologia, inserção da prática social (contexto sócio-político-econômico) no ensino.

No ensino de Química, a contextualização é vista como uma estratégia, tornando-se um recurso importante, e que coopera para que haja uma formação mais instruída e crítica de cidadãos (WARTHA; SILVA; BEJARANO. 2013. p. 88).

Wartha, Silva e Bejarano (2013) trazem em seus estudos uma relação entre o cotidiano e a contextualização. Eles concluem dizendo que o cotidiano vai mais além do que o simples fato de exemplificar o dia a dia das pessoas. E também não é utilizá-lo como fonte de motivação, com a finalidade de que os alunos aprendam os conhecimentos científicos, e muito menos dissimular o ensino da Química com fatos do dia a dia. Mas é possível estreitar os pensamentos mais elaborados de cotidiano com os de mesma característica de contextualização, que é abordando os trabalhos do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

O ensino da ciência com enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) tem como meta levar o estudante a interagir com a sociedade moderna, visando possíveis aplicações da ciência e da tecnologia, a fim do favorecimento da mesma (ROBY, 1981, p. 27 citado por SILVA, 2014, p. 9). Sendo assim, a educação a partir da perspectiva CTS oferece acesso livre ao conhecimento acadêmico, da ciência e da tecnologia, buscando um envolvimento com problemas sociais (ACEVEDO, 2009 citado por OLIVEIRA; QUEIROZ, 2012, p. 1). Essa conexão existente dispõe a construção de atitudes e valores sociais, atendendo o propósito de formar os alunos com maior responsabilidade e um bom trabalho em equipe também (OLIVEIRA E QUEIROZ, 2012, p. 1).

Em outras palavras, a abordagem CTS possibilita o uso de ferramentas e recursos didáticos diversos, fundamentado no construtivismo, buscando se sobrepor em relação às metodologias de ensino arcaico (tradicionalista), que se detém apenas no processo de transmissão-recepção, e traz como consequência a memorização e a segregação de conteúdo. O resultado é a desconexão dos conhecimentos científicos com suas contribuições para a sociedade (COSTA; SILVA, 2013, p. 1).

“Nessa abordagem, CTSA várias estratégias de ensino têm sido utilizadas, tais como, palestras, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas e atividades experimentais” (SILVA, 2014, p. 11). E ainda segundo Byrne e Johnstone (1988 citado por SILVA, 2014, p. 11), podem ser contempladas através de um estudo de caso que envolva situação reais da sociedade.

Para concluir, Pedrosa (2001) descreve muito bem a relação da abordagem CTSA e da contextualização:

A abordagem CTSA e a contextualização revela a importância de ensinar a resolver problemas, confrontar pontos de vista e analisar criticamente argumentos envolvendo atividades de investigação que privilegiem a interação de inter-relações CTSA, podendo contribuir para o desenvolvimento de capacidades, atitudes e competências que dificilmente seriam desenvolvidas em abordagens baseadas em modelo tradicional de ensino.

### **3.3 Evolução conceitual e a linguagem**

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento de conceitos espontâneos (conhecimento do senso comum) e não espontâneos (conhecimento científico) são partes diferentes do mesmo processo, e trilharam caminhos opostos, sendo que o conceito espontâneo está presente no cotidiano do aluno, de uma forma que ele não tem consciência a respeito de sua formação. Já por outro lado, o conceito científico é introduzido pelo professor, que concede informações e questionamentos em um processo, em que o aluno, ainda sem formação, se forma consciente, utilizando-o até que se aproprie desse conceito. Em ambos os casos, é necessária a sua formalização, que se dá por meio da expressão verbal, durante as várias etapas de construção do conhecimento (GERBELLI et al., 2009).

Numa perspectiva do processo de ensino e aprendizagem, Maldaner e Delizoicov (2012) afirmam que o conhecimento científico é o objetivo maior desse processo, e ele proporciona a assimilação dos temas geradores que norteiam a prática pedagógica. Então, para que o estudante possa se apropriar desse conhecimento, é necessário que a prática docente proporcione a ruptura entre as estruturas cognitivas, desenvolvidas no cotidiano do aluno, dando lugar a novas estruturas, em um processo que Vygotsky denominou como construtivista.

Contudo, a ocorrência dessa ruptura entre o conhecimento prévio do aluno e os paradigmas científicos não significa abandono (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991; MALDANER; DELIZOICOV, 2012), mas sim a possibilidade de conviver com explicações diferentes para os diversos fenômenos da vivência do estudante. Além disso, com a apropriação do conhecimento científico o aluno tem a oportunidade de transitar esse conhecimento e o seu conhecimento prévio (MORTIMER, 1996).

Para esse tipo de processo, Mortimer (2000) afirma que o indivíduo forma em sua mente o que ele denomina de “perfil conceitual”, ou seja, um conjunto de duas ou mais visões para um mesmo conceito. Esse conjunto abrange as concepções cotidianas e científicas concomitantemente, mesmo elas sendo incompatíveis entre si. Amaral e Mortimer (2001)

complementam que esse perfil conceitual é separado por zonas, onde cada zona corresponde a uma forma de pensar a realidade em um domínio ou contexto específico a que ela se aplica.

Nesse contexto, Mortimer (2000) diz que ocorre o processo de evolução conceitual, compreendido como o processo de modificações existentes na estrutura cognitiva do aluno, e para que isso aconteça não é necessário que ocorra a rejeição das concepções de senso comum, mas abre oportunidade para que o mundo possa ser visto de formas diferentes de concepções (espontâneas, científicas), cada uma associada a contextos específicos.

Um exemplo na área da química que representa a evolução conceitual segundo a ideia de perfil conceitual de Mortimer (2000) é a evolução atomística, onde, por exemplo, um químico que possui um conhecimento sólido sobre a química quântica não precisa abandonar totalmente a sua visão daltoniana do átomo, enquanto indivisível e indestrutível. Afinal, nos processos químicos os átomos permanecem dessa forma, e para lidar com a estequiometria de equações químicas não é necessário mais do que essa visão simplificada do átomo no modelo segundo propôs Dalton (MORTIMER, 1996).

Dessa forma, a evolução conceitual torna-se sinônimo de aprendizagem, e essa aprendizagem é construída na interação social e medida através da linguagem que envolve os alunos, professores, o meio, etc. (SANTOS; QUADROS, 2008).

Embora as pesquisas sobre a linguagem e formação de conceitos relacionados ao ensino de ciências ainda sejam muito tímidas, sendo praticamente nulas, quando comparadas com as pesquisas em outras áreas do conhecimento científico, inclusive o Ensino de Química, é importante evidenciar o papel da linguagem no processo de construção e assimilação de conceitos (MORAES et. al. 2014)

Edwards e Mercer (1987) complementam que a construção do conhecimento em sala de aula depende da apropriação da linguagem e dos significados negociados e compartilhados entre professores e alunos. Portanto, cabe ao professor proporcionar um ambiente interativo (aluno/professor/conceito) para que a atividade cognitiva dos alunos possa ser construída, sob a perspectiva da Ciência, a partir dos outros e da linguagem. (MACHADO; MOURA, 1995)

### **3.4 Polímeros e o Ensino de Química**

Grande parte das mudanças tecnológicas realizadas pelo homem no século passado se deve ao surgimento dos polímeros como material alternativo. O desenvolvimento desses materiais viabilizou a compreensão de vários processos biológicos, dentre eles o crescimento

da indústria farmacêutica, têxtil, assim como a criação de novos medicamentos e na área petroquímica, em materiais como polímeros (HAGE JR. 1998).

A palavra polímero vem do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição). Assim, polímero é: “uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligadas por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição (CANEVAROLO JÚNIOR, 2006, p. 21)”. Esse mesmo autor completa dizendo a reação química que produz o polímero a partir do monômero é chamada de polimerização.

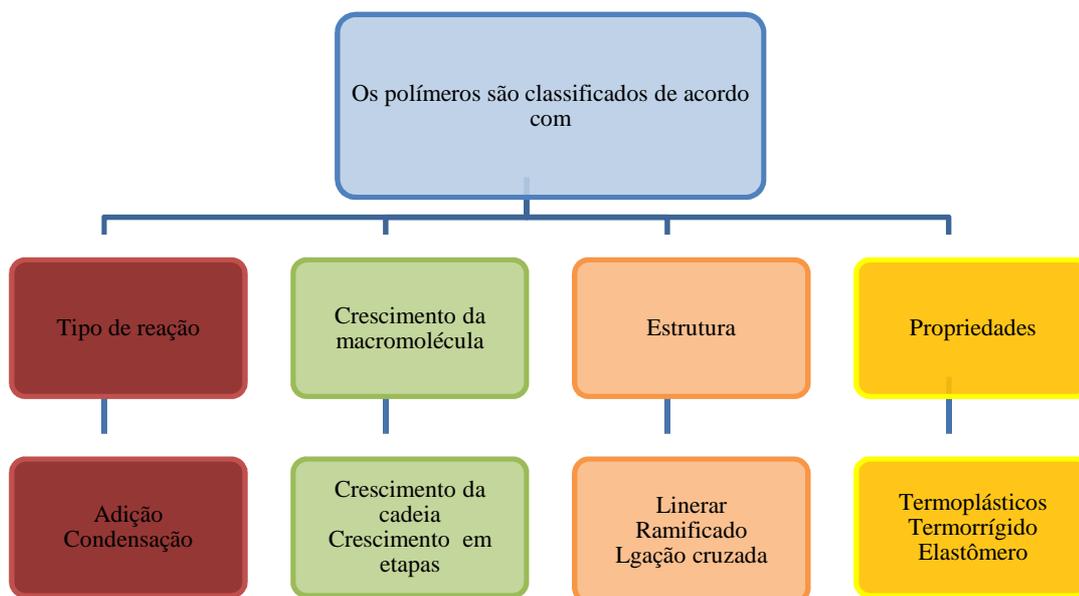
A química dos polímeros faz parte de uma disciplina bem maior chamada de ciência dos materiais, com o objetivo de promover novos materiais para substituir vidros, metais, cerâmicas, tecidos, madeira, papelão, papel, etc. (BRUICE, 2006, p. 561). Mas eles também estão inseridos na Química orgânica.

Os polímeros são divididos em dois grandes grupos: os polímeros sintéticos e os biopolímeros (polímeros naturais). O primeiro grupo é obtido através da sua síntese por cientistas, como por exemplo: plástico, nylon, poliéster, etc., já os biopolímeros são sintetizados pelos organismos, é exemplo dessa classe: proteínas, enzimas, polissacarídeos, seda, etc. (BRUICE, 2006, p. 560).

Um polímero sintético que possui grande destaque é o plástico, e por causa da grande produção, desacate inadequada e sua longa durabilidade no meio ambiente têm provocado sérios problemas ambientais (MARQUES, p. 2).

Na tentativa de oferecer uma solução parcial para esses problemas foram produzidos os polímeros biodegradáveis sintéticos, que são polímeros nos quais a degradação procede da ação de microorganismos de ocorrência natural como bactérias, fungos e algas, podendo ser consumidos em semanas ou meses sob condições favoráveis de biodegradação (MOHANTY et. al., 2005).

Adentrando um pouco mais sobre o conhecimento científico dos polímeros, Carey (2011) apresenta uma classificação geral sobre para eles, representada na figura 2 a seguir:

**Figura 2** – Classificação dos polímeros

Fonte: Adaptado de: CAREY, F. A. Química Orgânica. 7 ed. vol. 2, p. 1231. Porto Alegre : AMGH, 2011.

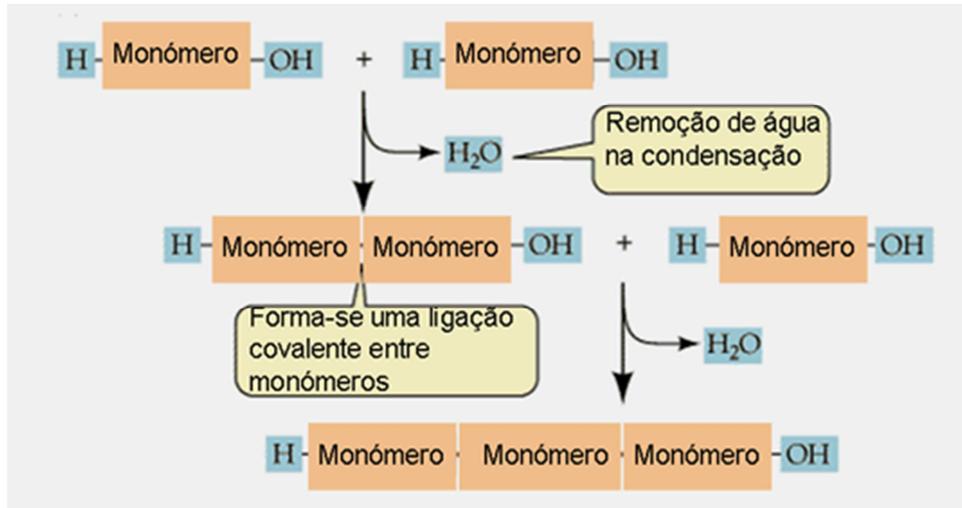
Em relação à síntese dos polímeros existem dois tipos de reação, os **polímeros de adição** são formados por reações do tipo:



Onde o produto (A – B) conserva todos os átomos dos reagentes (A + B). Na reação geral, A e B são monômeros que reagem para resultar no polímero. Quando A = B, o polímero final é denominado um **homopolímero**, ou seja, homopolímeros é a formação de um polímero a partir de dois monômeros iguais. Quando os dois monômeros são diferentes, dá-se o nome de **copolímero**. O poliestireno e o saran são exemplos do homopolímero e do copolímero respectivamente (CAREY, 2011, p. 1231).

A outra reação gera os **polímeros de condensação**, que “são preparados pela formação de ligações covalentes entre os monômeros, acompanhada pela perda de algumas moléculas pequenas como a água, um álcool ou haleto de hidrogênio.” (CAREY, 2011, p. 1232), assim como representado na figura 3 a seguir:

**Figura 3** – Reação do polímero de condensação



Fonte: [http://www.netxplica.com/figuras\\_netxplica/exanac/condensacao.png](http://www.netxplica.com/figuras_netxplica/exanac/condensacao.png)

A reação de condensação resulta em um polímero de condensação quando são aplicados reagentes difuncionais. A primeira etapa da reação gera um produto que tem grupos funcionais reativos, sendo assim, a condensação desses grupos funcionais com as moléculas reagentes estende a cadeia. “O produto conserva os grupos funcionais complementares em ambos os lados e pode continuar crescendo. (CAREY, 2011, p. 1232)”. Os polímeros dessa classe mais conhecidos são as poliamidas, os poliésteres e os policarbonatos.

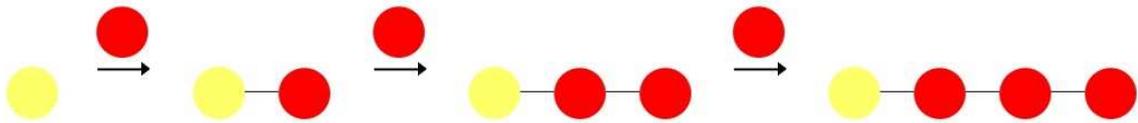
Quanto ao crescimento da macromolécula, pode-se dizer que pelo **crescimento da cadeia** os monômeros são adicionados a uma mesma extremidade de uma cadeia crescente, onde cada cadeia tem apenas um ponto de crescimento, e acontece que a concentração do monômero diminui gradativamente até acabarem.

Já no processo de **crescimento em etapas** a cadeia tem pelo menos dois pontos de crescimento, e acontece que a maioria das moléculas do monômero é consumida no começo da reação, gerando uma mistura de compostos de peso molecular intermediários, denominados **oligômeros**, que se combinam entre si para formar o polímero. E nesse tipo de crescimento o peso molecular continua a crescer mesmo depois de todas as moléculas do monômero terem reagido (CAREY, 2011, p. 1233).

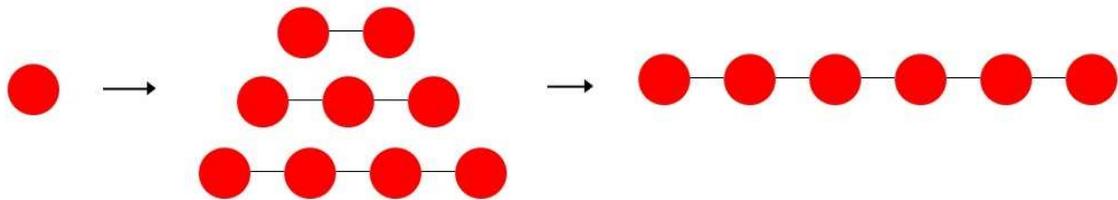
O esquema representando esses dois tipos de crescimento de cadeia pode ser visto na figura 4:

**Figura 4** – Crescimento da macromolécula

Crescimento da cadeia:



Crescimento em etapas:



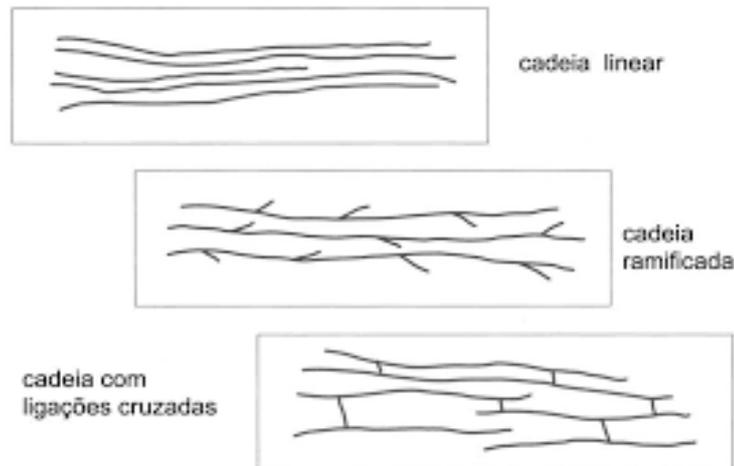
Fonte: CAREY, F. A. Química Orgânica. 7 ed. vol. 2, p. 1232. Porto Alegre : AMGH, 2011.

No que se refere à estrutura, pode-se dizer que “os polímeros feitos dos mesmos compostos podem ter propriedades diferentes, dependendo de como eles são feitos. Essas diferenças de propriedades físicas resultam de diferenças na *estrutura* geral da cadeia polimérica.” (CAREY, 2011, p. 1233).

Os **polímeros lineares** têm uma cadeia contínua de unidades repetitivas. As unidades repetitivas dentro da cadeia estão sujeitas aos requisitos conformacionais normais da química orgânica. A coleção de cadeias pode variar de *aleatória*, como uma tigela de espaguete, até *ordenada*. Definimos os polímeros do extremo aleatório como *amorfos* e aqueles do extremo ordenado como *cristalinos* (CAREY, 2011, p. 1233).

Os **polímeros ramificados** possuem ramificações que se prolongam da cadeia principal. No geral, quanto maior o número de ramificações menor a cristalinidade de um polímero, alterando as propriedades, como a densidade e a dureza. Enquanto que as cadeias de um polímero de **ligações cruzadas** ou **reticuladas** estão ligadas umas às outras por unidades de ligação longas ou curtas, e compostas pelas mesmas unidades que se repetem da cadeia principal ou por unidades diferentes (CAREY, 2011, p. 1235).

**Figura 5** – Principais estruturas poliméricas



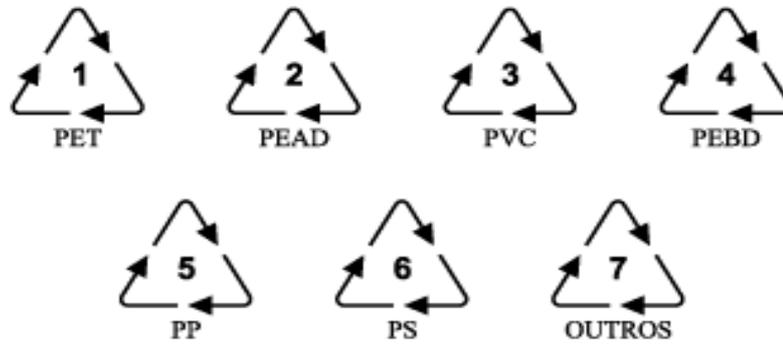
Fonte: [http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/carlad/materiais/02\\_EstruturaMolecular.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/carlad/materiais/02_EstruturaMolecular.pdf)

E por fim, em relação às principais propriedades dos polímeros, é importante saber como eles reagem frente a temperaturas diferentes. Nessa categoria eles se dividem em três grupos: Os **polímeros elastômeros**, os **termorrígidos** e os **termoplásticos**. Os elastômeros são polímeros que se alongam e posteriormente retorna ao seu formato original, como por exemplo, a borracha. Os polímeros termorrígidos apresentam rigidez e também são materiais fortes que possuem ligações cruzadas, de modo que a sua rigidez depende do grau de formação dessas ligações (BRUICE, 2006, p. 582).

Para Bruice (2006, 581), “os polímeros termoplásticos possuem regiões cristalinas e regiões não cristalinas amorfas”. São duros em temperatura ambiente e macios ao mesmo tempo para que eles sejam moldados quando aquecidos, isso acontece porque as cadeias individuais podem deslizar uma sobre as outras em altas temperaturas. Esse tipo de polímero são os plásticos encontrados frequentemente no cotidiano, àqueles que se quebram mais facilmente, como brinquedos, aparelhos de telefone, etc. (BRUICE, 2006, p. 581-582).

De acordo com Spinacé e Paoli (2005), alguns exemplos de termoplásticos são o polipropileno (PP), o polietileno (PE), o poli(tereftalato de etileno) (PET), o poli(cloreto de vinila) (PVC) e o poliestireno (PS). E apesar da existência de inúmeros outros, esses cinco equivalem a 90% do consumo nacional dos termoplásticos, portanto são bastante importantes para a sociedade e o meio ambiente, pois permitem-se serem reciclados. A figura 6 a seguir representa a classificação desses polímeros e suas respectivas siglas.

**Figura 6** – Classificação dos tipos de plásticos



- 1 - Politereftalato de etileno
- 2 - Polietileno de alta densidade
- 3 - Policloreto de vinila
- 4 - Polietileno de baixa densidade
- 5 - Polipropileno
- 6 - Poliestireno
- 7 - Outros

Fonte: <http://www.scielo.br/img/fbpe/po/v12n1/9876f1.gif>

Diante de tudo que os polímeros dispõem de conhecimento, e sobre o impacto ambiental que eles causam, pode-se dizer que eles podem ser abordados dentro de uma perspectiva CTS (ciência-Tecnologia-Sociedade).

## 4 METODOLOGIA

Este capítulo descreve o percurso metodológico que orientou a pesquisa, onde estão relatadas as principais características da pesquisa, informações sobre os sujeitos e o local da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados utilizados, as etapas da sequência de ensino e aprendizagem, além de como será feito a análise dos dados obtidos.

### 4.1 Classificação da pesquisa

Este trabalho se tratou de um estudo de caso, pois como enfatiza Yin (2005, p. 32) “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Ele serve como uma estratégia de pesquisa, sendo utilizado em diversos contextos, a fim de contribuir com o conhecimento que se tem dos fenômenos individuais, organizacionais, social, políticos e de grupo, entre outros fenômenos relacionados (YIN, 2005, p. 20).

A pesquisa desenvolvida tem o caráter misto, de natureza quanti-qualitativa, pois ela buscou obter dados descritivos e matemáticos por meio de uma sequência de ensino-aprendizagem, a fim de verificar seus efeitos. Para isso, ela foi aplicada no curso de Química-Licenciatura no Centro Acadêmico do Agreste buscando contribuir no processo de ensino-aprendizagem dos participantes sobre polímeros.

Acerca do tipo de pesquisa qualitativa, Silveira (2009) diz que ela não se detém ao fator numérico representativo, contudo, tem como interesse que haja uma verdadeira compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Ela abrange uma gama de significados, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que equivale a processos e fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001, p. 06).

Por outro lado, Fonseca (2002, p. 20) esclarece que na pesquisa quantitativa os resultados podem ser quantificados, e a pesquisa é centrada na objetividade. Esse tipo de pesquisa se baseia numa linguagem matemática, para explicar fenômenos, relações entre variáveis, etc.

Esses dois tipos de pesquisa, embora distintas, combinam-se para que seja obtido um resultado mais completo, assim como afirma Minayo (2001): “O conjunto de dados quantitativos e qualitativos, porém, não se opõem. Ao contrário, se complementam, pois a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia.”.

Uwe Flick (2009, p. 43) complementa que diante disso os métodos permanecem autônomos, trabalhando lado a lado, tendo o mesmo foco que é o tema proposto, e nenhum dos métodos quando combinados pode ser visto como preliminar ou superior ao outro, quer eles sejam utilizados um após o outro ou de forma simultânea, isso é o que menos importa comparado ao papel que desempenham no projeto.

Neste estudo foram respeitadas as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas envolvendo Seres Humanos (Resolução nº 196/96 – CNS/MS, 1996) através da garantia do sigilo quanto aos dados confidenciais da comunidade acadêmica envolvida na pesquisa, bem como o direito à liberdade de se recusar a participar ou de retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização e sem prejuízo ao seu vínculo institucional.

#### **4.2 Cenário e participantes da pesquisa**

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no Centro Acadêmico do Agreste (CAA) em uma disciplina do 6º período do curso de Química-Licenciatura. Participaram da pesquisa 32 dos 34 discentes devidamente matriculados no componente curricular Química Orgânica II. Eles executaram a sequência de ensino-aprendizagem (Apêndice A) teórica/experimental com o tema sobre polímeros, que teve sua aplicação em sala de aula e no laboratório de ensino de Química.

A escolha da aplicação da pesquisa ter sido na disciplina de Química Orgânica II foi devida à temática abordada, polímeros, constituir uma das áreas de estudo da Química Orgânica e por estar correlacionado a assuntos do conteúdo do referido componente curricular.

#### **4.3 Instrumentos de coleta de dados**

Neste item serão abordados os meios que foram utilizados para fazer a coleta dos dados de forma a satisfazer os objetivos da pesquisa, sendo eles: o questionário, a Escala Likert e a observação participante.

#### 4.3.1 Questionário

Um dos instrumentos utilizados para coleta de dados foi o questionário, composto por questões abertas, que segundo Gil (2008, p. 122) são aquelas que oferecem aos participantes a possibilidade de responderem utilizando suas próprias palavras, possibilitando uma ampla liberdade nas respostas, mas nem sempre essas respostas estão de acordo com o propósito do pesquisador.

Gil (2008) elenca algumas vantagens e limitações que o questionário proporciona. Entre as vantagens relacionadas se encontra o fato de atingir um grande número de pessoas, mesmo elas se encontrando em uma área geográfica extensa, garantir o anonimato das respostas, entre outras. E como principais limitações ele lista o fato da não garantia da devolução pela maioria das pessoas com ele devidamente preenchido, que pode provocar uma diminuição significativa da representatividade da amostra, além de que os itens podem ter significado diferente para cada sujeito pesquisado, etc.

#### 4.3.2 Escala Likert

Outro instrumento de coleta foi a escala Likert, desenvolvida por Rensis Likert (1932) com o objetivo de mensurar atitudes no âmbito das ciências comportamentais (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 4-5). Segundo Cunha (2007, p. 24) a “escala tipo Likert é composta por um conjunto de frases (itens) em relação a cada uma das quais se pede ao sujeito que está a ser avaliado para manifestar o grau de concordância desde o discordo totalmente (nível 1), até ao concordo totalmente (nível 5, 7 ou 11)”. Esses níveis de concordância são associados a pontos, e esses pontos a um valor numérico. Assim, para cada item o sujeito atinge uma pontuação (*score*), e o somatório desses valores (pontos) apontará sua atitude favorável ou desfavorável em relação ao objeto ou a representação simbólica que está sendo medida (MARTINS, 2008, p. 41).

Uma grande vantagem da escala de Likert é sua facilidade de manuseio, pela simplicidade que o pesquisado tem em emitir um grau de concordância sobre uma afirmação qualquer (COSTA, 2011). Outra vantagem dessa escala é que ela possibilita direções sobre a atitude do respondente em relação a cada item, sendo ela positiva ou negativa (SILVA, 2010).

Quanto às desvantagens ou problemas encontrados nesse tipo de escala, o principal é quanto à definição do número apropriado de categorias a ser incluído no questionário, se é mais adequado um número par ou ímpar. Caso seja ímpar (mais comum) surge o problema do

ponto de vista conceitual, pois facilita a resposta devido ao ponto intermediário, que seria um nível neutro entre discordância e concordância, no entanto, quem é neutro não manifesta nenhuma concordância, e esse é o problema, visto que é isso que se almeja medir (COSTA, 2011; BARBOZA et. al. 2013).

Foi utilizada a escala Likert com 5 categorias ou níveis de concordância, numa escala que segue de 1 a 5, onde a menor pontuação é (1) e representa um nível de discordância total e (5) é a maior pontuação, representando o nível de concordância total.

Foi justificada a escolha do número ímpar de categorias (5 níveis) pelo fato da pesquisa ser voltada para analisar conhecimentos relacionados ao assunto abordado (GIL, 2008). Por esse motivo, foi entendido então que o ponto intermediário na Escala Likert (Nível 3 – Indiferente) não acarretou em sua análise grandes prejuízos conceituais.

#### 4.3.3 Observação participante

Uma terceira ferramenta utilizada para coletar dados foi a observação, que é um dos principais métodos de investigação, especialmente pelo fato do observador poder estar partilhando das mesmas sensações, ambientes e pessoas daquilo que é o foco de sua observação (LÜDKE, 1986, p 26).

No entanto, existem algumas formas do observador fazer seu registro de observação, que é o momento que ele coleta seus dados. As mais frequentes são na forma de notas por escrito e gravação de sons ou imagens (GIL, 2008, p, 105). Foi realizado apenas o registro de observação por imagens, devido à ativa participação do pesquisador durante os momentos que procederam à sequência de ensino-aprendizagem.

Adentrando um pouco mais na discussão do observador, Gil (2008) afirma que existem alguns tipos de observação, mas a que interessa é definida como observação participante, que é aquela que consiste na participação efetiva do pesquisador em um grupo ou em uma situação determinada. Nesse sentido, o pesquisador assume até certo ponto a atribuição de um membro do grupo. Segundo o mesmo autor, existem duas formas distintas de observador participante: “(a) natural, quando o observador pertence à mesma comunidade ou grupo que investiga; e (b) artificial, quando o observador se integra ao grupo com o objetivo de realizar uma investigação.” (GIL, 2008, p, 103).

Sendo assim, o pesquisador do presente trabalho detém o título de observador participante artificial, pois o mesmo não pertencia ao grupo, no caso, a disciplina em questão

e incorporou-se nele com a finalidade de realizar a pesquisa, participando efetivamente das atividades desenvolvidas durante a SEA.

#### 4.4 Planejamento e execução da sequência de ensino e aprendizagem

Visando os objetivos da pesquisa, a sequência de ensino e aprendizagem foi planejada de acordo com as três aulas disponibilizadas pelo Professor da disciplina, e nela foram desenvolvidas atividades que incluem a abordagem do conteúdo articulando teoria, experimentação e contextos social, tecnológico e ambiental.

Assim sendo, a SEA foi arquitetada contendo três momentos dependentes um do outro quanto à sua aplicação e entendimento, e para isso foi orientada pelos três momentos pedagógicos segundo Delizoicov (2011). Esses momentos que sucederam a SEA foram respectivamente a problematização inicial, a organização e aplicação do conhecimento, os quais serão percorridos a seguir com mais detalhes em relação a sua procedência.

**1º Momento – Problematização inicial:** Nesse primeiro momento foi realizada logo de início a aplicação do questionário pré-teste (Apêndice B) e em seguida a prática experimental, que se caracterizou com uma proposta problematizadora. A metodologia de aplicação da prática aconteceu em grupos e subgrupos, a fim de envolver os participantes, evitar a dispersão deles e proporcionar uma discussão desses grupos.

O experimento realizado foi o de formação de um bioplástico a partir da batata inglesa (*Solanum tuberosum*), onde o procedimento e a explicação do mesmo podem ser encontrados nos apêndices C e D respectivamente. Foi um experimento simples desde os seus reagentes até o seu procedimento, utilizando reagentes encontrados no cotidiano, como glicerina e vinagre, além de procedimentos experimentais básicos, como pesagem, aquecimento e agitação.

A busca por um experimento que envolvesse polímeros, que seu procedimento não fosse muito extenso ou complexo, e que não gerasse produtos agressores do meio ambiente foi intensa em livros e na internet. A ideia surgiu então a partir de um vídeo em um canal no You Tube, que realiza o procedimento da formação de um bioplástico a partir da batata de uma forma caseira (link <<https://www.youtube.com/watch?v=LyqyYehL82Y>>).

Tomando por base esse experimento, foram realizados os testes pilotos com sucesso. Em seguida nasce a ideia de realizar o experimento em grupos alterando as variáveis (reagentes) no procedimento, de forma a modificar a característica final do produto. A partir disso elaboramos o esquema mostrado na tabela 1 a seguir:

**Tabela 1** – Variações dos reagentes em cada grupo

Grupos	Reagentes	
	Glicerina	Vinagre
Grupo 1	Com	Com
Grupo 2	Com	Sem
Grupo 3	Sem	Com
Grupo 4	Sem	Sem

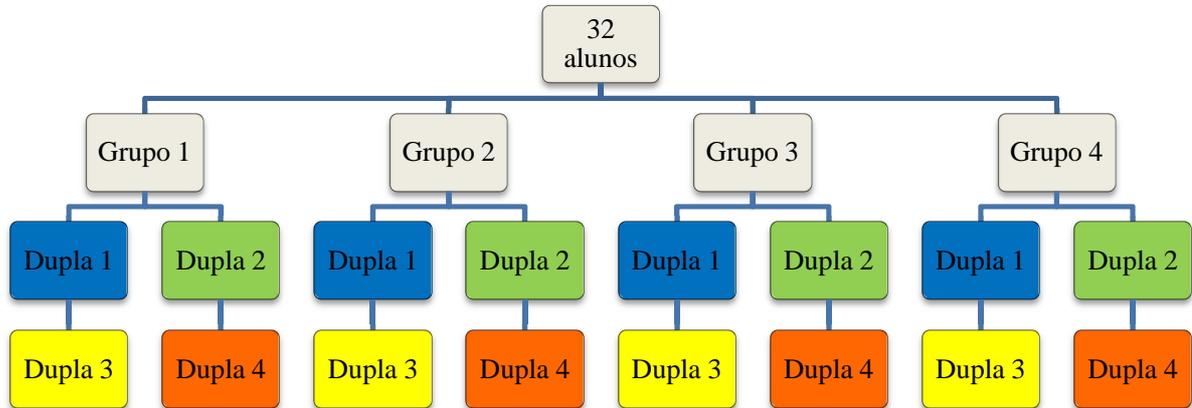
Fonte: Próprio autor

Dessa forma, ao invés de um grupo realizar apenas um procedimento e obter um único produto, iria realizar quatro procedimentos diferentes e obter a mesma quantidade de produtos.

Foram feitos os testes e observado que as características dos produtos mudaram de acordo com os reagentes utilizados. Decidimos então em aplicar o experimento dessa forma, onde cada grupo obteria 4 produtos diferentes, mas de mesma natureza, um bioplástico, e com procedimentos bem semelhantes uns dos outros, e o problema a ser resolvida seria: como acontece a formação de um bioplástico com características diferentes a partir da batata inglesa?

O procedimento experimental foi subdividido da seguinte forma: os 32 participantes (nomeados aleatoriamente como  $A_x$ , que vai desde  $A_1$  à  $A_{32}$ , respectivamente) foram divididos em 4 grupos ( $G_1$  a  $G_4$ ) com 8 pessoas cada, e cada grupo foi subdividido em 4 duplas ( $D_1$  a  $D_4$ ), de forma que todas as duplas pertencentes a um grupo fizeram procedimentos diferentes, e todas as duplas de grupos diferentes com a mesma numeração realizaram o mesmo procedimento. Segue uma figura 7 ilustra como ocorreu a metodologia da aplicação do experimento.

**Figura 7** – Metodologia da aplicação da prática experimental



Fonte: Próprio autor

No final da atividade experimental, foi entregue um texto base (Anexo 1) para introduzir o assunto de polímeros e prepará-los para a próxima etapa.

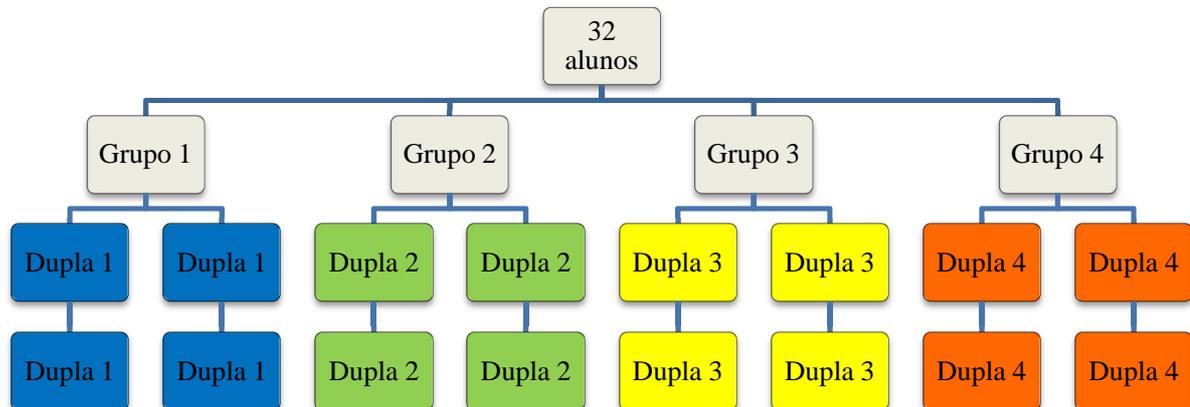
**2º Momento – Organização do conhecimento:** Na aula seguinte à experimentação, ocorreu o segundo momento da SEA, onde foi realizada uma aula expositiva, de forma contextualizada.

Foi elaborado um material para ser apresentado na aula contendo a parte conceitual de polímeros necessária para a compreensão do experimento e resolução da problematização, além de sua relação com o meio ambiente, contexto histórico e as aplicabilidades de alguns polímeros mais comuns.

**3º Momento – Aplicação do conhecimento:** No terceiro e último momento dessa SEA foi concluída a aula da etapa anterior, sendo mostrado o produto da prática aos discentes e discutido sobre ela.

O momento de discussão sobre a atividade experimental se deu em 3 etapas. Primeiramente a turma foi dividida nos mesmos 4 grupos que executaram o roteiro experimental, e em seguida foi dado um tempo para discussão. Na segunda etapa a turma foi reorganizada de maneira que ficassem juntas todas as duplas que realizaram o mesmo procedimento experimental, como representa a figura 8 a seguir, e da mesma forma foi dado um tempo para discussão dos grupos.

**Figura 8** – Segunda etapa da discussão sobre o experimento



Fonte: Próprio autor

Já na terceira etapa houve a reorganização da sala para a configuração do primeiro momento de discussão, seguido de uma socialização por alguns membros dos grupos. Após isso o pesquisador mediu uma discussão que envolveu todos os participantes.

Ao final, foi aplicado o questionário pós-teste (Apêndice E) e distribuído um texto como leitura complementar<sup>2</sup>, que continha uma explicação sobre vários processos do experimento, além de abordar muitos dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão da prática experimental.

#### 4.5 Análise e interpretação dos dados obtidos

A análise dos resultados é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica, isto é, da inferência. Sendo assim, foi visado, por meio dos dados obtidos, observar se houve o processo de ensino-aprendizagem e a relação entre os momentos pedagógicos e as dimensões da SEA. Para isso ela foi realizada em duas vertentes, uma foi a partir das observações participante que o pesquisador realizou. Essa análise foi feita por meio dos momentos e das discussões que sucederam toda a aplicação da sequência de ensino-aprendizagem.

Já a outra análise partiu dos dados coletados pelos questionários pré e pós-testes, para esses, a análise foi realizada por meio da conversão em porcentagem do número de concordância e discordância dos participantes com as afirmativas, e complementado pela fala ou agrupamentos de falas em comum, mencionadas por eles nas questões abertas. Essa análise

<sup>2</sup> O texto está disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4898/4363>>

sucedeu ora de maneira isolada, quando foi analisado apenas afirmações, ora de maneira comparativa, quando foram cruzadas com as questões com afirmativas.

Para que a análise pudesse ser feita dessa forma, foi necessário separar e agrupar as questões e as afirmativas de acordo com a natureza das suas perguntas/afirmações. Dessa forma, as afirmativas da escala puderam-se relacionar com uma ou mais questões, e vice-versa, permitindo um confronto coerente do assunto abordado em cada agrupamento desses. A natureza e o agrupamento das questões e afirmações estão dispostos nas tabelas 2 e 3 a seguir:

**Tabela 2** – Natureza das questões abertas

<b>Questões abertas</b>	<b>Natureza das Questões</b>
Q <sub>1</sub>	Sobre a compreensão do conceito de polímero
Q <sub>2</sub>	Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente
Q <sub>3</sub>	Sobre a compreensão do experimento

Fonte: Próprio autor

**Tabela 3** – Agrupamento e natureza das afirmativas

<b>Afirmações na escala Likert</b>	<b>Natureza das afirmações</b>
L <sub>1</sub>	Sobre a compreensão do conceito de polímero
L <sub>2</sub>	Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente
L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> e L <sub>5</sub>	Sobre a compreensão do experimento

Fonte: Próprio autor

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, a análise dos resultados obtidos nessa pesquisa será apresentada em três seções que abordam, respectivamente, as concepções prévias dos discentes sobre polímeros, algumas reflexões sobre os momentos que sucederam a sequência de ensino-aprendizagem, e por fim as concepções e comparações dos participantes sobre o tema após a aplicação da SEA.

### 5.1 Análise das concepções prévias dos discentes sobre polímeros

Esta etapa tratou da análise qualitativa e quantitativa das concepções prévias que os discentes participantes da pesquisa possuíam acerca de polímeros. Para isso, foram analisadas as respostas dos estudantes ao questionário pré-teste, composto por questões abertas e afirmativas da Escala Likert.

Foram utilizados para responder os itens de Likert os níveis de concordância e discordância que seguem na legenda abaixo:

- Nível 1 = DT (Discordo totalmente);
- Nível 2 = DP (Discordo parcialmente);
- Nível 3 = IN (Indiferente);
- Nível 4 = CP (Concordo parcialmente);
- Nível 5 = CT (Concordo totalmente).

Objetivando sistematizar a discussão desse tópico foi feita na tabela 4 a seguir uma relação que mostra as questões abertas e afirmações de mesma natureza que servirão de base para discussão e exposição dos resultados.

**Tabela 4.** Natureza das afirmações/questões do pré-teste

<b>Grupo</b>	<b>Afirmações na escala Likert</b>	<b>Natureza das afirmações/questões</b>	<b>Questões abertas correspondentes às afirmações da escala Likert</b>
1	L <sub>1</sub>	Sobre a compreensão do conceito de polímero	Q <sub>1</sub>
2	L <sub>2</sub>	Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente	Q <sub>2</sub>

Fonte: Próprio autor

### 5.1.1 Grupo 1 - Sobre a compreensão do conceito de polímero

Este grupo é formado pela afirmativa L<sub>1</sub> e pela questão Q<sub>1</sub>, e nele foi feita uma análise sobre o conceito de polímeros que os discentes possuíam antes da aplicação da SEA. Para começar a discussão serão apresentadas as respostas dos discentes a Q<sub>1</sub>, e no sentido de abarcar as respostas de uma forma fiel ao que foi escrito, as respostas serão exibidas na tabela 6 a seguir, que traz algumas classificações e respostas em comuns encontradas nessa questão.

**Tabela 5** – Respostas do pré-teste à Q<sub>1</sub>

<b>QUESTÃO 1 – O QUE VOCÊ COMPREENDE POR POLÍMERO?</b>		
<b>Classificações das respostas</b>	<b>Respostas em comum</b>	<b>Quantidade de Alunos</b>
Definições	Macromoléculas	7
	Moléculas com elevado peso molecular	4
	Cadeias carbônicas	3
	Material	3
	Composto orgânico	2
	Micromoléculas	1
Composições	Unidades complexas e diferentes	6
	Monômeros	2
	Muitos átomos	2
	Cadeia principal	2
	Cadeia carbônica	2
	Moléculas menores	1
	Plástico	1
	<i>Relacionaram que existe uma repetição entre as unidades químicas que compõe o polímero</i>	1
Relações	Plástico	11
	Petróleo	2
	Borracha	1
	Amido	1
	Resina	1
Classificações	Natural e sintético	1
Tipos de ligações	Ligação iônica	1
Não compreenderam	---	8

Fonte: Dados da pesquisa

Diante da tabela acima, é necessário justificar, antes de tudo, a aparição de uns termos que surgiram nas respostas de alguns alunos, que foram decorrentes da afirmação feita na escala Likert. Ou seja, alguns alunos, por não saberem ou estarem confusos sobre o que responder e não quererem deixar a resposta em branco, copiaram o conceito da L<sub>1</sub>, que se encontrava no verso da folha. Isso propiciou o surgimento de alguns termos como: micro/macromoléculas, cadeia principal, ligações iônicas, e unidades complexas, que são nitidamente encontradas em algumas respostas, como a do aluno A<sub>6</sub>: “São macromoléculas que possuem cadeia principal e ligações iônicas, e unidades complexas entre si.”, onde percebesse nitidamente que houve uma cópia da afirmação.

Embora esse tenha sido um ponto negativo do uso das duas escalas juntas e simultâneas, também mostrou certo nível de conhecimento desses alunos que burlaram o questionário. Na afirmativa L<sub>1</sub>, constava que “polímeros são micromoléculas que apresentam em sua estrutura molecular unidades complexas e diferentes entre si, denominadas *cadeia principal*, ligadas entre si por ligações iônicas”, no entanto, seis alunos colocaram em suas respostas que os polímeros apresentavam unidades complexas e diferentes, só que apenas um participante respondeu que polímero é uma micromolécula. Portanto, a partir disso, foi inferido que cinco desses alunos alteraram o termo micromolécula para macromolécula pelos próprios conhecimentos prévios. Isso pode ser visto na resposta do aluno A<sub>6</sub> acima.

Sendo assim, é possível acreditar que o termo macromolécula não estaria presente em sete respostas, caso não fossem aplicados de forma simultânea os questionários, o que pode ter contribuído para uma “falsa impressão” de conhecimento sobre o tema nesse primeiro momento.

Diante de tudo isso, foi verificado que naquele momento havia diferentes níveis de conhecimento sobre polímeros. Sendo constatado desde alunos que apresentaram conceitos corretos e coerentes com a literatura, embora tenha sido a minoria, passando por alunos que traziam um conhecimento intermediário ou superficial, até aqueles que afirmaram de fato não saber do que se tratava a temática ou possuíam concepções equivocadas. Esses últimos foram a maioria nesse momento.

O fato de ter sido encontrado diferentes níveis de conhecimento, foi evidenciado ao serem analisadas de uma forma geral as respostas dos discentes. Embora alguns alunos tenham conseguido relacionar corretamente naquele momento polímero a termos como molécula com elevado peso molecular, a monômero, a sua classificação de natural e sintético, entre outros, evidenciando o conhecimento prévio de alguns estudantes, ficou notório que isso

aconteceu por uma minoria, o que demonstrou uma debilidade acentuada do conceito de polímero pela maioria dos participantes naquele momento.

Foi percebido ainda que 11 estudantes relacionaram o polímero diretamente ao plástico, sendo o termo que mais se repetiu nas respostas. Isso acaba refletindo que a maior parte dos estudantes traz consigo o senso comum, que costuma fazer essa relação de polímero com plástico. Esse fato acaba empobrecendo o real sentido do que é um polímero. Para demonstrar isso, o aluno A<sub>2</sub> diz: “*Não entendo quase nada, só sei que é algo relacionado a plástico.*”.

Trazemos a seguir no quadro 1 a fala de alguns discentes para retratar como foram algumas de suas as respostas a essa questão.

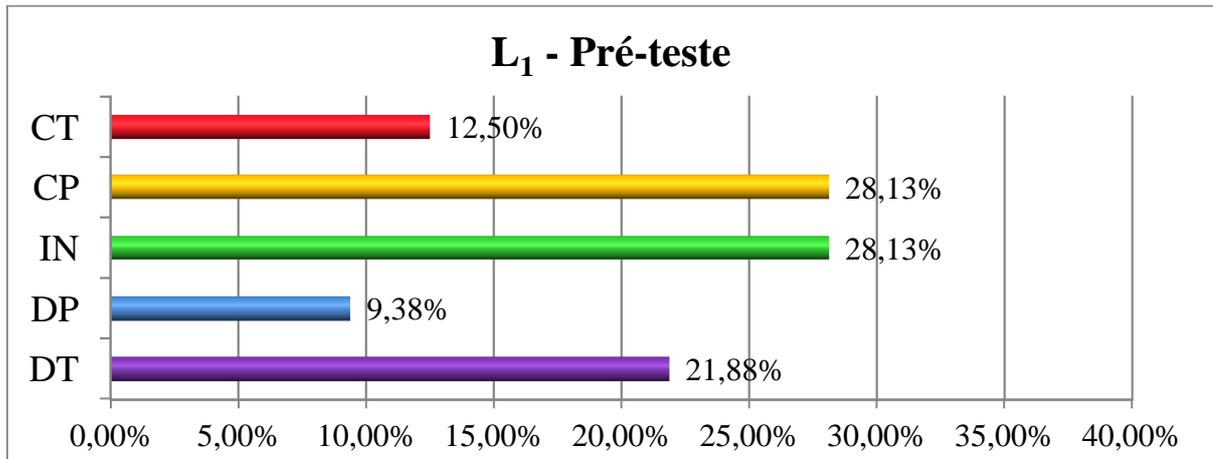
**Quadro 1** – Respostas dos alunos no pré-teste à Q<sub>1</sub>

<b>Alunos</b>	<b>Questão 1 – O que você compreende por polímero?</b>
<b>A<sub>17</sub></b>	<i>Não sei ou não me lembro.</i>
<b>A<sub>11</sub></b>	<i>São cadeias carbônicas extensas que formam um material.</i>
<b>A<sub>26</sub></b>	<i>São macromoléculas formadas a partir de monômeros que se repetem na estrutura molecular.</i>

Corroborando com esses resultados, a afirmação L<sub>1</sub> da escala Likert traz resultados que apontam para essa mesma vertente analisada na Q<sub>1</sub>, de que existem vários níveis de conhecimentos sobre polímeros entre os participantes da pesquisa. Portanto, antes de apresentar o gráfico da figura 9 com os percentuais das respostas dos alunos para cada nível de concordância/discordância para essa afirmação, se faz necessário trazer a definição de polímero, que, segundo Canevarolo Júnior (2006, p. 21), é “uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligadas por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição.”

Com isso, é possível afirmar que a L<sub>1</sub> traz um conceito sobre polímero não condizente com a literatura, pelo fato de toda a afirmativa conter termos equivocados. Então, o nível de concordância que converge com o que afirma Canevarolo (2006) é o nível 1, de discordância total.

**Figura 9** – Gráfico dos níveis de concordância/discordância para a afirmativa 1 do pré-teste



Fonte: Dados da pesquisa

Embora não tenha sido medido na  $Q_1$  quantos alunos trouxeram definições que condiziam ou não com a literatura, foi percebido que, da mesma forma que houveram diferentes níveis de respostas, para a  $L_1$  não foi diferente.

Foi observado que o fato deduzido anteriormente ao se analisar a  $Q_1$  sobre a maioria dos alunos não apresentar um conceito de polímeros bem definido ou equivocado frente ao que diz a literatura nesse primeiro momento, foi confirmado ainda mais com o resultado do item de Likert 1. Aos serem agrupados os níveis 1 e 2 como discordo, os níveis 4 e 5 como concordo, visto que é um questionário diagnóstico, e ser considerado os que foram indiferentes como os que realmente não têm opinião sobre o fato, os dados foram: 31,26% discordam, 40,63% concordam e 28,13% são indiferentes. Ou seja, nesse momento da pesquisa aproximadamente 70% dos participantes, juntando os indiferentes e os que concordam, demonstravam não conhecerem a definição de polímero, pelo menos em termos técnicos, e possivelmente um percentual próximo a esse também não conseguiram definir apropriadamente polímeros com suas próprias palavras na  $Q_1$ .

### 5.1.2 Grupo 2: Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente

Este grupo é formado pela questão  $Q_2$  e pelo item de Likert  $L_2$ , e tratam sobre o conhecimento que os discentes possuíam acerca dos polímeros numa perspectiva ambiental. Para dar início a essa discussão, são apresentadas na tabela 6 as respostas dos discentes primeiramente a  $Q_2$ .

**Tabela 6.** Respostas do pré-teste à Q<sub>2</sub>

<b>QUESTÃO 2 – VOCÊ ACHA QUE OS POLÍMEROS ESTÃO LIGADOS DIRETAMENTE A PROBLEMAS AMBIENTAIS? JUSTIFIQUE.</b>		
<b>Classificações das respostas</b>	<b>Respostas em comum</b>	<b>Quantidade de Alunos</b>
Não opinaram	---	2
Não	---	2
Parcialmente	---	2
Sim	---	26
Justificativas	Muito tempo para se decompor/degradar	12
	Descarte inadequado	7
	Resistência dos polímeros	4
	Poluição	3
	Estruturas complexas	2
	Difíceis de serem decompostos	1
Relações	Plástico	11
Consequências	Poluição	4
	Lixo	2
	Morte de animais	1
	Enchentes	1

Fonte: Dados da pesquisa

Foi verificado que a maioria entendia, naquele momento, que os polímeros estão de fato relacionados a problemas ambientais. E foi percebido que muitos alunos apontaram o tempo que os polímeros levam para se decompor, por eles serem resistentes e pelo fato do descarte de lixo ocorrer de forma inadequada, como sendo os principais meios de relação entre os polímeros e os problemas ambientais. Também uma considerável quantidade de alunos relacionaram novamente os polímeros ao plástico, dessa vez numa perspectiva ambiental, e ainda alguns conseguiram relacionar a esses problemas, consequências, como poluição, acúmulo de lixo, entre outras.

Isso mostra que a concepção prévia dos discentes quanto a essa relação é notória, mesmo baseada no senso comum, e que essa questão parece ser mais fundamentada em aspectos teóricos e de vida. Portanto, as respostas do quadro 2 demonstram a linguagem escrita dos alunos a essa questão.

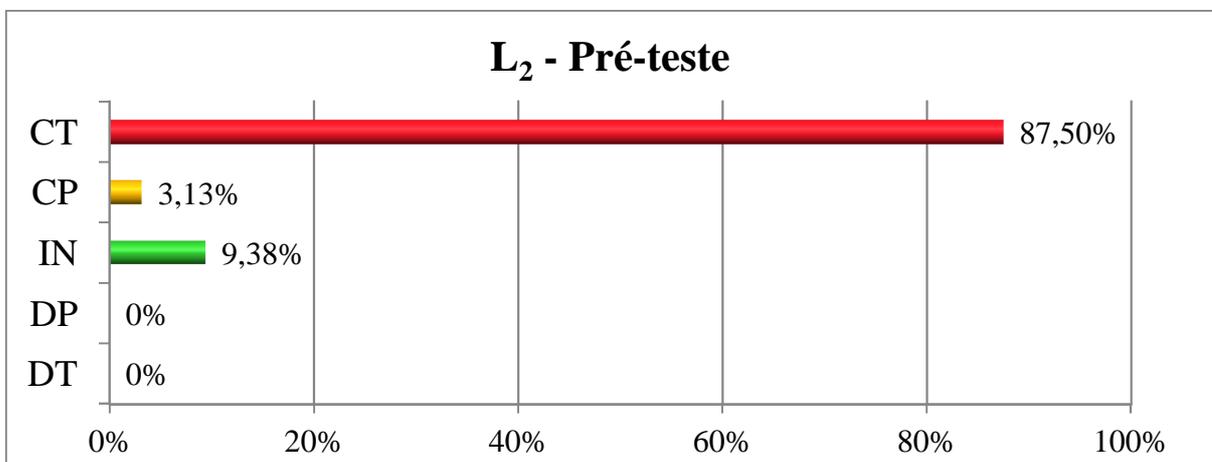
**Quadro 2** – Respostas dos alunos no pré-teste à Q<sub>2</sub>

Alunos	Questão 2 – Você acha que os polímeros estão ligados diretamente a problemas ambientais? Justifique.
A <sub>12</sub>	<i>Sim. Porque se jogados na natureza, levam dezenas de anos para se decompor e podem poluir rios e mares, causando a morte de diversos animais por ingestão.</i>
A <sub>21</sub>	<i>Sim. Por serem derivados de petróleo, combustíveis fósseis e com o mau uso e descarte destes no meio ambiente gera impactos ambientais, devido a demora para se degradar.</i>
A <sub>23</sub>	<i>R. Sim. Porque polímero está associado a plástico, e ao fazer o descarte indevido gera problemas ao meio ambiente, pois o plástico leva muito tempo para se decompor.</i>

Aumentando a confiabilidade dos dados da pesquisa, foi realizado no item de Likert 2, uma afirmação que exibía aspectos voltados para essa questão dos polímeros e o meio ambiente, e por ter um destaque entre os polímeros nessa perspectiva, foi evidenciado o plástico. A afirmação dizia o seguinte: “A grande produção e o descarte de polímeros (plásticos) de forma inadequada ao meio ambiente têm gerado sérios problemas ambientais. Esses problemas ocorrem devido principalmente ao grande volume desses materiais descartados na natureza e a sua longa durabilidade no meio ambiente.”.

Essa afirmação, segundo Marques (p. 3), está completamente coerente com o quadro em que se encontra a sociedade, portanto, baseado nos fatos relatados segundo essa autora, apoiado nas experiências de vida dos alunos, o nível de concordância total é o que mais se adequa para essa afirmação.

É possível visualizar no gráfico da figura 10 os percentuais das respostas dos alunos para cada nível de concordância/discordância para L<sub>2</sub>.

**Figura 10** – Níveis de concordância/discordância para a afirmativa 2 do pré-teste

Fonte: Dados da pesquisa

Foi observado que as respostas dos alunos para a Q<sub>2</sub> estão condizentes com suas respostas a L<sub>2</sub>, e que, por sua vez, apresentou um elevado índice de marcação para o nível apontado como ideal a ser marcado (quase 90%), demonstrando que a maioria dos integrantes da pesquisa possuía um considerável conhecimento sobre os polímeros, mais especificamente o plástico e o meio ambiente.

Foi concluído que embora a maioria dos alunos não domine o conceito de polímeros, eles demonstraram serem conhecedores da relação dos polímeros com o meio ambiente, e de alguns problemas que podem causar se tratados de maneira inadequada.

## **5.2 Reflexões sobre os momentos pedagógicos da sequência de ensino e aprendizagem**

Neste momento, são discutidos os pontos que relacionaram os três momentos pedagógicos segundo Delizoicov (2011), com as características da sequência de ensino-aprendizagem apoiadas em Méheut (2005).

### **5.2.1 Primeiro momento – Problematização inicial e a dimensão epistemológica**

Nesse primeiro momento introdutório, em que se procedeu a sequência de ensino-aprendizagem, foi também onde ocorreu a relação entre a problematização inicial e a dimensão epistemológica, visto que, respectivamente, o primeiro objetiva estimular o pensamento sobre o tema em questão, e o outro visa como esses problemas podem ser resolvidos. Para isso foi levantada uma problematização, onde nela foi obtido por meio do questionário pré-teste o conhecimento prévio dos alunos e um pouco de suas experiências vividas, e em seguida foi lançado o problema da atividade experimental: como acontece a formação de um bioplástico com características diferentes a partir da batata inglesa?

O primeiro passo para obter a resposta dessa pergunta foi realizar a prática experimental proposta, na qual foram observados momentos em que alguns alunos demonstraram interesse em entender o procedimento, quando, por exemplo, levantaram questões do tipo: como isso acontece? Por que isso está acontecendo? Não foram dadas respostas naquele momento, mas foi instigado aos alunos a buscarem as possíveis respostas em pesquisas.

Outra situação parecida ocorreu enquanto todos estavam na etapa de agitação, e foi pedido propositalmente para que eles parassem de agitar por alguns segundos e observassem atentamente o experimento. Logo em seguida, eles notaram que apareceu uma camada branca

no fundo béquer, o qual começou a tremer em cima da chapa de aquecimento. E naquele momento houve indagações e hipóteses levantadas por alguns alunos a fim de explicarem tal fenômeno.

Portanto, apoiado em Guimarães (2009), foi considerado que essa atividade experimental desempenhou um caráter problematizador, pois, entre outros fatores contribuiu para uma ação mais ativa do aluno por meio de um desafio envolvendo problema real; motivou e ajudou a superar os problemas que no inicial não faziam muito sentido; permitiu o trabalho em grupo, etc.

Sendo assim, a grande relevância dessa problematização inicial foi fazer com que o aluno sentisse a necessidade da obtenção de outros conhecimentos que ainda não possuía, para que houvesse uma compreensão da prática experimental.

Com isso, foi buscado tentar despertar o interesse investigativo pelo tema e consequentemente pelo problema da atividade experimental, além de fazer com que o aluno levasse aquele problema para além do laboratório. Foi pensando nisso que foi entregue um texto introdutório sobre polímeros no final desse primeiro momento.

### 5.2.2 Segundo momento – Organização do conhecimento e a dimensão pedagógica

Nesse segundo momento da SEA aconteceu a relação entre a organização do conhecimento e a dimensão pedagógica, visto que respectivamente o primeiro tem por objetivo fazer com que os alunos estudem os conteúdos necessários para a compreensão do tema abordado com a intervenção de alguma atividade pelo professor (que nesse caso foi o pesquisador), e o outro abrange essa relação existente entre o professor e o aluno, representando a interação entre estes no processo de ensino aprendizagem.

Para isso, uma aula expositiva foi ministrada, e apesar de ser vista por muitos como uma atividade de cunho tradicional, nesse caso, mediante a sua aplicação e seus objetivos, ela contribuiu para o caráter investigativo da sequência.

O intuito dessa aula foi promover a organização do conhecimento, ou seja, uma atividade visando o desenvolvimento dos alunos quanto à conceituação fundamental, para que houvesse a compreensão científica do problema da pesquisa. Para isso, os conceitos apresentados foram pertinentes à temática, envolvendo desde os conhecimentos mais básicos como nomenclatura, até conhecimentos específicos, além da relação com o meio ambiente.

Vale ressaltar que esses conhecimentos mais técnicos se referiam diretamente, ou indiretamente, ao experimento realizado, e se faziam necessários para servir como base de

compreensão da própria prática experimental. Por isso, vez ou outra o pesquisador relacionava o assunto da aula à atividade experimental, mas sem deixar clara a explicação do experimento até então.

Além disso, é válido dizer que a aula foi realizada de forma contextualizada, pois ela propiciou a construção de significados, e a esses foram incorporados valores que evidenciaram o cotidiano, levando os alunos a compreenderem a importância do conhecimento, de maneira a aplicá-lo no entendimento dos fatos que os cercam (SANTOS; AQUINO; GUEDES, 2012).

Uma observação do momento da aula que merece destaque foi a interação de vários discentes em relação ao que era apresentado e o interesse em forma de curiosidade que alguns demonstraram quando se relacionava determinado conceito com o experimento, manifestando assim o real interesse em solucionar a problemática e conseqüentemente entender de fato o que aconteceu no experimento.

### 5.2.3 Terceiro momento – Aplicação do conhecimento e a abordagem Construtivista integrada

Nesse terceiro e último momento da SEA, foi possível perceber que houve a conexão entre a aplicação do conhecimento e a abordagem construtivista integrada. Isso fica claro quando são expostos seus objetivos: abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar as situações iniciais, e propor que sejam levadas em consideração a relação do como problemas levantados podem ser resolvidos e a interação entre o professor e o aluno.

Para isso foi preciso que houvesse a aplicação do conhecimento, de forma que toda a informação que vinha sendo compreendida e incorporada pelos alunos passa agora a ser utilizado para analisar e interpretar o problema levantado inicialmente, além de outras situações que não necessariamente fossem ligadas diretamente ao problema inicial, mas que fossem pertinentes ao assunto. Para isso foram proporcionados momentos de discussão em grupos e depois uma socialização de todos com o pesquisador. Quanto à discussão que ocorreu nos grupos em que as duplas possuíam produtos diferentes, foi percebido que houve uma grande interação entre os membros dos grupos entre si e até com os demais grupos, de forma a tentar inicialmente entender por que cada dupla tinha produtos com características diferentes.

Nesse momento de discussão, ficou muito claro e evidente o interesse de quase todos os participantes em buscar uma resposta ao problema inicial. E as hipóteses que eles levantaram naquele momento, em sua maior parte, estavam coerentes com o que realmente aconteceu segundo a literatura. Dentre as hipóteses, são destacadas as que diziam que os produtos apresentavam características diferentes por terem sido procedidos de maneira diferente em relação aos seus reagentes. E quanto ao porquê de ter acontecido aquilo, alguns conseguiram naquele momento, de maneira apenas conceitual, relacionar que a glicerina deixou o produto mais flexível e que o vinagre proporcionou uma maior resistência. Não foi observado naquele momento alguma hipótese que explicasse o que aconteceu conceitualmente.

Já na ocasião em que os grupos eram compostos por duplas que possuíam produtos iguais, foi observado um debate com o foco de tentar entender a razão de algumas características diferentes entre cada produto, visto que foram realizados segundo o mesmo procedimento. Hipóteses como a diferença de temperatura e do tempo que os materiais ficaram expostos foram as mais recorrentes nesse momento.

Após voltarem para suas configurações iniciais, os grupos, em um momento de socialização, expuseram seus entendimentos e análises sobre os produtos finais. Esse momento serviu para que fossem confirmadas as hipóteses corretas, disseminando-as para os participantes que não haviam chegado naquele pensamento.

Visto que já haviam sido compreendidos os fatores que levaram à formação dos bioplásticos com características diferentes, faltava compreender, relacionando o conhecimento científico às observações, como acontece a formação de um bioplástico com características diferentes a partir da batata inglesa?

Para isso, foi sendo lembrado o procedimento padrão que todos realizaram, gelatinização e secagem, buscando meios de fazer com que eles pensassem em como e porque aquilo estava acontecendo. Os participantes, respaldados pelo conhecimento adquirido no momento anterior, conseguiram relacionar o processo experimental ao conceito de ligações inter- e intramoleculares, ao processo de (re)cristalização, quebra e tipos das ligações existente entre os polímeros, entre outros.

Depois ocorreu o momento das discussões que mais requeriam a relação dos conhecimentos teóricos com a prática. Tais discussões implicavam na explicação da formação dos produtos que possuíam glicerina serem flexíveis e dos produtos que possuíam vinagre serem mais resistentes.

Ficou evidente que eles compreenderam mais facilmente o fato de a glicerina desempenhar um papel de plastificante, relacionando com os conhecimentos sobre aditivos e ligações do tipo intermoleculares e intramoleculares vistos na aula. Já a compreensão da resistência dos produtos que possuíam vinagre foi mais complexa, pois foi necessário relacionar mais conceitos científicos à prática, como a quebra das ligações e polímeros cristalino e amorfo, aumentando o nível de dificuldade do processo de relação e entendimento. No entanto, mediante a condução da linha de raciocínio direcionada pelo pesquisador, eles chegaram a conclusão correta.

Sendo assim, foram alcançadas respostas para a solução do problema inicial, de uma forma que os alunos tiveram a oportunidade de compreenderem não somente como houve a formação do seu produto, mas sim dos outros três tipos de produtos, enriquecendo ainda mais seus conhecimentos.

Diante de tudo isso, é válido dizer que esses momentos de discussão e interações sociais que aconteceram em grupo são importantes e favorecem o aprendizado, assim como afirma Teixeira (1999, p. 26):

O trabalho em grupo, portanto, estimula o desenvolvimento do respeito pelas ideias de todos, a valorização e discussão do raciocínio; dar soluções e apresentar questionamentos, não favorecendo apenas a troca de experiência, de informações, mas criando situações que favorecem o desenvolvimento da sociabilidade, da cooperação e do respeito mútuo entre os alunos, possibilitando aprendizagem significativa. A relação com o outro, portanto, permite um avanço maior na organização do pensamento do que se cada indivíduo estivesse só.

Driver et. al. (1999, p, 31) corroboram do pensamento que atividades sociais contribuem para o conhecimento científico, sobre isso eles afirmam que: “o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns”.

Com isso, a meta pretendida com esse momento era muito mais de capacitar os participantes quanto ao emprego dos conhecimentos, com o objetivo de dar-lhes subsídios para que articulassem constante e rotineiramente a conceituação científica em situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução para a problemática inicial.

### **5.3 Análise e comparação dos conhecimentos dos discentes após a aplicação da SEA**

Esta etapa tratou da análise qualitativa e quantitativa das concepções que os alunos possuíam sobre polímeros após a aplicação da sequência de ensino e aprendizagem e também

buscou comparar se houve ou não o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, foram analisadas as respostas dos estudantes ao questionário pós-teste. É importante lembrar que esse questionário foi composto pelas mesmas questões e afirmativas do pré-teste, e algumas questões extras.

Portanto, com o objetivo de sistematizar a discussão desse tópico, foi feita uma relação que mostra as questões abertas e as afirmações de mesma natureza que servirão de base para discussão e exposição dos resultados (tabela 7). Vale destacar que nos grupos 1 e 2 além da comparação entre as questões/afirmações correspondentes será feita a comparação entre as respostas desse questionário pós-teste com as respostas ao questionário pré-teste.

**Tabela 7** – Natureza das afirmações/questões do pós-teste

<b>Grupo</b>	<b>Afirmações na escala Likert</b>	<b>Natureza das afirmações/questões</b>	<b>Questões abertas correspondentes às afirmações da escala Likert</b>
<b>1</b>	L <sub>1</sub>	Sobre a compreensão do conceito de polímero	Q <sub>1</sub>
<b>2</b>	L <sub>2</sub>	Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente	Q <sub>2</sub>
<b>3</b>	L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> e L <sub>5</sub>	Sobre a compreensão do experimento	Q <sub>3</sub>

Fonte: Próprio autor

Para a melhor compreensão da tabela 7, serão analisadas as observações de cada grupo apresentado.

### 5.3.1 Grupo 1 – Sobre a compreensão do conceito de polímero

Este grupo é formado pela afirmativa L<sub>1</sub> e pela questão Q<sub>1</sub>, e analisa as concepções que os alunos demonstraram possuir após a aplicação de toda SEA sobre o conceito de polímeros, assim como traz uma comparação dessas concepções apresentadas com as iniciais.

A discussão desse tópico é iniciada mostrando na tabela 8 as respostas que os discentes apresentaram ao responderem a Q<sub>1</sub> no momento final da sequência de ensino-aprendizagem.

Tabela 8 – Respostas do pós-teste à Q<sub>1</sub>

QUESTÃO 1 – O QUE VOCÊ COMPREENDE POR POLÍMERO?		
Classificações das respostas	Respostas em comum	Quantidade de Alunos
Definições	Macromoléculas	19
	Macro(moléculas) com elevado peso molecular	5
	Cadeia/grupo de monômeros	3
	Micromoléculas	1
Composições	Monômeros	10
	Unidades simples e pequenas	5
	Moléculas menores	5
	Muitos átomos	3
	Unidades complexas e diferentes	3
	Micromoléculas	1
	<i>Relacionaram que existe uma repetição entre as unidades químicas</i>	7
Relações	Plástico	1
	Amido	1
Classificações	Natural e sintético	1
	Estrutura amorfa	1
	Estrutura linear e ramificada	1
Tipos de ligações	Ligação covalente	2
	Ligação iônica	2
	Ligação metálica	2
Não compreenderam	---	2

Fonte: Dados da pesquisa

Diante dos dados apresentados na tabela, foi verificado que houve um agrupamento maior das respostas para alguns termos, os quais que por sua vez apontam para uma conceituação bem mais robusta e completa em todas as classificações encontradas, desde a definição até aspectos mais técnicos.

Foi evidenciado também que nesse momento a maioria das respostas apresentadas pelos alunos condiz de fato com os atribuídos expostos pela literatura para os polímeros. Ou seja, a maior parte dos discentes por meio de respostas já relatadas no pré-teste, e também pela inserção de novos termos, demonstraram um nível superior de conhecimento quanto à temática, e isso fica nítido nos índices de respostas como macromoléculas, monômeros e da relação de repetição entre as unidades químicas que compõe o polímero. E também, embora

relatados apenas por alguns, em termos como grupo de monômeros, unidades simples e pequenas, os tipos de ligações, entre outras.

Ainda sobre a análise da Q<sub>1</sub>, foi percebido que apenas um aluno relacionou polímeros a plástico, enquanto que no momento inicial 11 fizeram essa relação. A partir disso, foi possível inferir que de uma forma geral, após a SEA, o conhecimento científico sobre pôs-se naquele momento ao senso comum. Ou seja, a partir do instante que esses alunos tiveram outro tipo de conhecimento que não fosse o popular sobre os polímeros (relacionando-os a plásticos), e julgaram ser mais coerente para aquela situação, passaram a expor suas opiniões sobre o tema baseados nesse novo conhecimento. Isto é, todo plástico é um polímero, mas nem todo polímero é um plástico.

A comprovação de que realmente houve essa assimilação encontra-se claramente nas respostas dos alunos, quando apenas um fez essa menção ao plástico. Sendo assim, é possível dizer que não só esses alunos em destaque, mas que a maioria dos que participaram reconhecem que polímero é muito mais do que plástico.

Diante disso, é importante destacar que houve o processo de “Perfil conceitual” segundo Mortimer (2000), ou seja, os alunos passaram a ter mais de uma concepção sobre o mesmo conceito.

Portanto, foi verificado que de uma forma geral a contribuição que a SEA proporcionou para a compreensão dos alunos sobre o conceito de polímeros foi positiva e satisfatória, onde fica claro que houve uma evolução conceitual referente à conceituação dos polímeros, demonstrado pelas próprias palavras dos discentes com o uso de termos corretos e/ou aceitáveis para defini-los, expor sua composição, apresentar aspectos específicos, etc.

Então, a fim de demonstrar essa evolução conceitual, por meio da linguagem escrita, e expor a fala dos alunos, as respostas comparativas de alguns discentes para essa questão entre o pré-teste e o pós-teste são mostradas no quadro 3:

**Quadro 3** – Comparativo entre as respostas à Q<sub>1</sub>

<b>Alunos</b>	<b>Questão 1 – O que você compreende por polímero?</b>	
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Não sei ao certo, mas creio que é do que é feito o plástico.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. São macromoléculas que são feitas a partir de monômeros.</i>
<b>A<sub>18</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Polímeros são macromoléculas, apresentam cadeia principal ligada entre si por ligação iônica.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. Polímeros são macromoléculas, que tem uma elevada massa molar, suas maiores ligações são covalentes, mais também pode fazer ligação iônica e metálica.</i>

<b>A<sub>30</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Material produzido a partir do petróleo.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. Os polímeros são moléculas grandes onde tem repetições de pequenas e simples unidades químicas.</i>

Embora essa evolução tenha se firmado na maioria das respostas, existiram alguns poucos alunos que mesmo após a SEA não a demonstraram. Foi levantada a hipótese para explicar o não desenvolvimento cognitivo de tais alunos pelo fato de eles não terem fixado bem o conceito, juntamente com a falha sistemática na aplicação dos questionários de forma simultânea, ou até mesmo um desinteresse em participar da pesquisa. As falas de alguns desses alunos são mostradas no quadro 4:

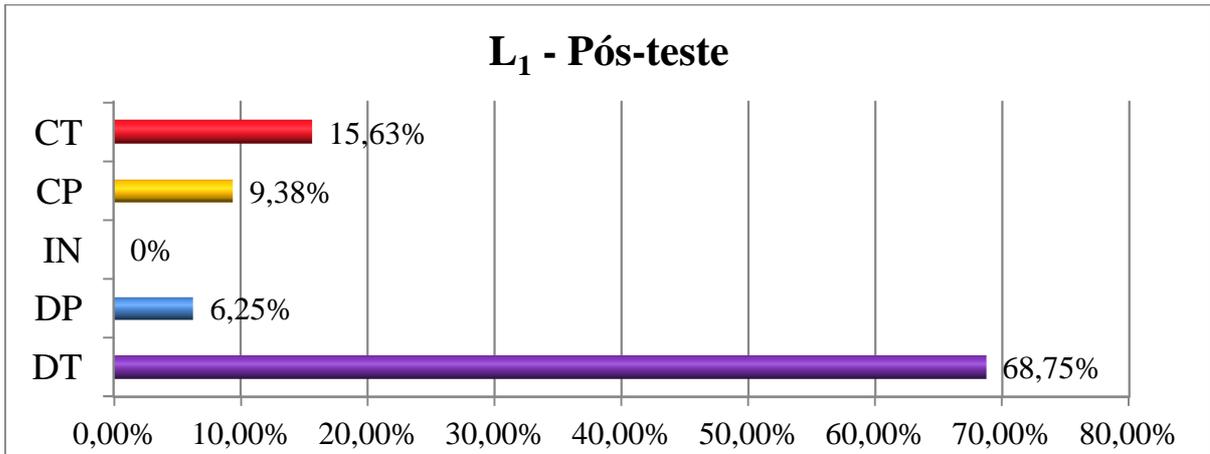
**Quadro 4** – Respostas à Q<sub>1</sub> de alguns alunos que não demonstraram evolução

<b>Alunos</b>	<b>Questão 1 – O que você compreende por polímero?</b>	
<b>A<sub>9</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>A definição não sei, porém pelo que sei se trata de plásticos, resinas, etc.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>Micromoléculas que apresentam estruturas moleculares complexas e diferentes.</i>
<b>A<sub>16</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>São compostos de cadeias carbônicas grandes, que são produzidos a partir de frações de petróleo. Ou seja, eles são derivados do petróleo.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>São macromoléculas que apresentam estruturas complexas e diferentes entre si.</i>
<b>A<sub>25</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>São macromoléculas que apresentam em sua estrutura unidades complexas e diferentes entre si.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>São micromoléculas que apresentam moleculares complexas, que são repetitivas estruturas.</i>

Isso explica, portanto, a aparição novamente de termos como micromolécula e unidades complexas e diferentes. Mas vale destacar que os casos que se procederam como os citados acima diminuíram cerca de 50% em relação ao pré-teste, de forma que antes foram observadas seis respostas desse tipo, enquanto no pós-teste apenas três.

Corroborando com esses resultados, a análise da afirmação L<sub>1</sub> mostra os percentuais das respostas dos alunos para cada nível de concordância/discordância para essa afirmação por meio do gráfico da figura:

**Figura 11** – Níveis de concordância/discordância para a afirmativa 1 do pós-teste



Fonte: Dados da pesquisa

Foi notado que o fato deduzido anteriormente ao se analisar a  $Q_1$ , sobre a maioria dos alunos terem revelado um desenvolvimento cognitivo quanto à compreensão do conceito da temática, é também confirmado em suas opiniões referentes à  $L_1$ , que tem o nível de concordância total como o mais condizente com a literatura. E foi nesse mesmo nível que houve uma marcação acentuada pela maioria dos alunos.

Portanto, se forem comparados o gráfico da figura 9 com esse (figura 11), fica perceptível que houve um aumento significativo para esse nível de concordância, em cerca de 46,88% dos participantes. Já aqueles alunos que somam 25,01%, se forem agrupados os níveis 4 e 5, representam os discentes que não obtiveram uma compreensão sobre polímero que os fizesse discordar da afirmação. E isso é normal quando se trata da aplicação de algum método, nesse caso a SEA, que tente promover a aprendizagem de algo novo ou que eles não dominem, e principalmente por ter sido aplicado a uma grande quantidade de alunos, fato esse que não favorece para que haja o desenvolvimento de todos.

Mesmo assim, esse tópico é concluído afirmando que houve de fato desenvolvimento conceitual e cognitivo nos alunos no que se refere aos polímeros. E cabe dizer, portanto, respaldado nos dados apresentados, que houve uma compreensão satisfatória sobre a conceituação de polímeros, e isso refletiu em suas respostas e atitudes.

### 5.3.2 Grupo 2 - Sobre a relação dos polímeros e o meio ambiente

Este grupo é formado pela questão  $Q_2$  e pelo item de Likert  $L_2$  e analisa as concepções que os alunos demonstraram possuir após a aplicação de toda SEA sobre os polímeros numa perspectiva ambiental. Assim como ele traz uma comparação dessas concepções apresentadas

com as iniciais. Para isso, a análise desse grupo será iniciada pela Q<sub>2</sub>, onde serão apresentadas as respostas que os discentes relataram (tabela 9).

**Tabela 9** – Respostas do pós-teste à Q<sub>2</sub>

<b>QUESTÃO 2 – VOCÊ ACHA QUE OS POLÍMEROS ESTÃO LIGADOS DIRETAMENTE A PROBLEMAS AMBIENTAIS? JUSTIFIQUE.</b>		
<b>Classificações das respostas</b>	<b>Respostas em comum</b>	<b>Quantidade de Alunos</b>
Não opinaram	---	0
Não	---	1
Parcialmente	---	2
Sim	---	29
Justificativas	Muito tempo para se decompor/degradar	17
	Grande produção/uso	5
	Descarte inadequado	4
	Resistência dos polímeros	2
	Não soube justificar	1
	<i>Atribuíram os problemas ambientais a alguns tipos de polímeros</i>	7
Relações	Polímeros biodegradáveis/não degradáveis/não recicláveis/não renováveis	12
	Plástico	4
	Polímeros sintéticos	3
	Polímeros verdes	1
	Bioplástico	1
	Não soube justificar	1
Consequências	Problemas/impactos ambientais	5
	Poluição	3
	Lixo	3
	Problema para a população	1
	Problemas de saúde	1
	Morte de animais	1

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos resultados supracitados, foi percebido que houve um agrupamento maior de respostas para alguns termos, os quais refletem traços de respostas mais respaldadas no que diz a literatura sobre a relação dos polímeros e o atual quadro que a sociedade enfrenta diante desses problemas ambientais. Esses termos estão presentes tanto nas justificativas como nas relações levantadas nas respostas.

Sendo assim, foi verificado que diante do que foi exposto na SEA, houve um aperfeiçoamento quanto à compreensão dos polímeros e sua relação com o meio ambiente, se comparado com as respostas do pré-teste. Isso ficou evidente por meio da linguagem escrita dos alunos, embora no momento inicial eles já tivessem apresentado uma compreensão considerável sobre essa situação.

Diante das respostas relatadas acima, foi constatado por meio da linguagem que houve a incorporação de novos termos e a manutenção de outros, caracterizando assim o processo de aprendizagem e de perfil conceitual. Para demonstrar a inserção de novos conhecimentos, foi observado que alguns alunos conseguiram fazer a distinção de que não são todos os polímeros que provocam esses problemas, e isso anda em paralelo com a justificativa de muitos, que disseram que esses polímeros provocam prejuízos ao meio ambiente por não serem biodegradáveis/recicláveis/renováveis.

Por outro lado, confirmando que o processo de construção de novos conhecimentos não caracteriza o abandono dos seus conhecimentos prévios, mas sim uma ampliação dos mesmos, foi o fato de que a maioria justificou que os problemas ambientais estão ligados aos polímeros por eles levarem muito tempo para se decomporem/degradarem, só que esse mesmo motivo também foi a mais evidenciada no pré-teste.

Diante disso, é possível dizer que a evolução conceitual nesse caso serviu como medidora do processo e se fez presente em segundo plano, pois a questão trata de uma opinião seguida de uma justificativa, e não de uma definição onde se pode encontrar respostas tidas como referências na literatura. Isto impossibilita até um certo ponto de julgar a questão como certa ou errada, pois cada sujeito traz consigo uma experiência de vida diferente.

As respostas comparativas de alguns discentes para essa questão, entre o pré-teste e o pós-teste, são trazidas no quadro 5, para exibir de fato o que foi mostrado acima.

**Quadro 5** – Comparativo entre as respostas à Q<sub>2</sub>

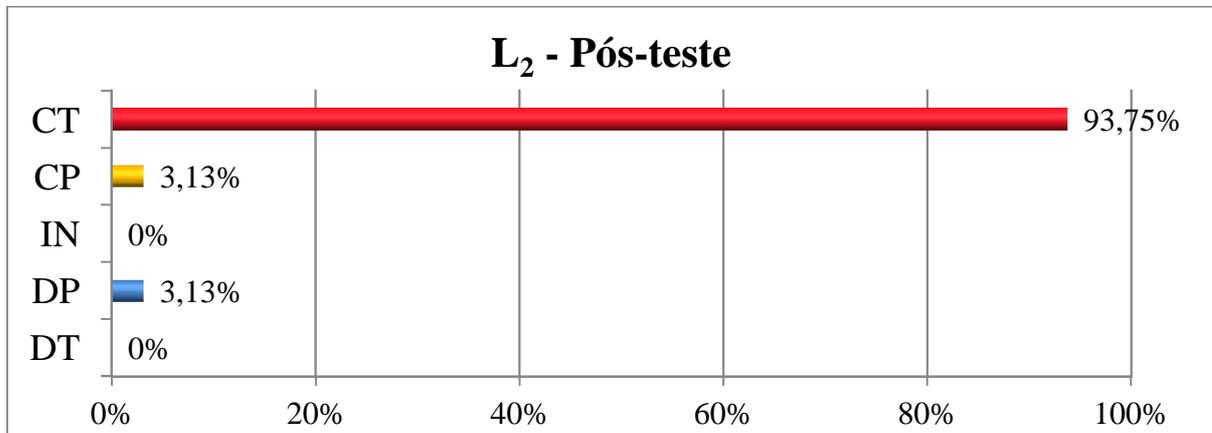
<b>Alunos</b>	<b>Questão 2 – Você acha que os polímeros estão ligados diretamente a problemas ambientais? Justifique.</b>	
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Não.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. Sim, porque na sua composição e produção existem partículas, que quando entram em contato com o meio ambiente levam muito tempo para se decompor.</i>
<b>A<sub>13</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Sim. Pois como são plásticos, se usado erroneamente acarretará danos ambientais como poluição, enchentes.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. Sim. Porque muitos tipos de polímeros estão diretamente ligados a um processo lento de degradação, como não há uma educação ambiental na população, seu desuso acarretará em</i>

		<i>problemas ambientais.</i>
<b>A<sub>23</sub></b>	<b>Pré-teste</b>	<i>R. Sim. Porque polímero está associado a plástico, e ao fazer o descarte indevido gera problemas ao meio ambiente, pois o plástico leva muito tempo para se decompor.</i>
	<b>Pós-teste</b>	<i>R. Sim. Porque polímeros produzido em grande escala e com descarte inadequado pode demorar tempos e tempos para se decompor, fazendo com que gere vários danos para o meio ambiente, como também, para a população.</i>

Tomando como base as respostas das alunas A<sub>13</sub> e A<sub>23</sub> acima, é retomada a discussão da relação entre polímeros e o plástico, onde no pré-teste 11 alunos fizeram essa ponte ao responderem a Q<sub>2</sub>, e no momento final da pesquisa, apenas 4 fizeram essa relação. Porém, 12 fizeram menção aos polímeros biodegradáveis/não degradáveis/não recicláveis/não renováveis, e isso revela uma visão de possíveis soluções levantadas por eles.

Prosseguindo na discussão do grupo, é trazida a correspondente direta da Q<sub>2</sub>, a L<sub>2</sub>, e seus níveis de concordância/discordância registradas nas respostas dos alunos por meio do gráfico da figura 4 a seguir:

**Figura 12** – Gráfico dos níveis de concordância/discordância para a afirmativa 2 do pós-teste



Fonte: Dados da pesquisa

Aumentando a confiabilidade dos dados apresentados, foi observado que os níveis de opiniões para essa assertiva estão de acordo com o que foi apresentado na Q<sub>2</sub>, e mesmo com o alto índice de respostas adequadas respondidas no pré-teste, houve um ligeiro aumento de 6,25% para esse nível 5 de concordância. Esse aumento foi em cima dos quase 90% obtidos no pré-teste, chegando assim quase a totalidade das opiniões dos participantes para essa afirmativa.

Portanto, respaldado no que foi mostrado durante toda a discussão do presente grupo e sobre a relação que ele levantou, foi possível concluir que os alunos são detentores de uma

bagagem de informações consistentes quanto essa relação dos polímeros (plástico) e os problemas ambientais que eles geram, e que a SEA contribuiu para a ampliação desses conhecimentos.

### 5.3.3 Grupo 3 - Sobre a compreensão do experimento

Este grupo é composto pela questão Q<sub>3</sub> e pelos itens de Likert L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>, e se buscou analisar se houve ou não uma compreensão da prática experimental pelos integrantes da pesquisa, e conseqüentemente do problema levantado no início do experimento. Ele é um complemento estatístico do terceiro momento do tópico 5.2, e para a sua melhor compreensão, é importante conhecer os processos químicos que ocorreram no experimento (apêndice D).

É de suma importância explicitar nesse momento que todas as afirmativas e a questão desse grupo apontam para o mesmo foco: medir o nível de compreensão que os alunos tiveram quanto ao problema levantado no início da SEA. Ou seja, não foi perguntado diretamente para os participantes sua opinião quanto ao problema do experimento, mas sim inferido por meio de suas respostas a essas afirmações/questão desse grupo.

O ponto crucial é saber “como acontece a formação de um bioplástico com características diferentes a partir da batata inglesa?”. E para serem obtidas as respostas a essa pergunta, sem a fazer diretamente para os alunos, foi necessário dividir o problema em duas partes: a primeira procurando saber a opinião dos alunos de “como acontece a formação do bioplástico?”, e para isso foram aplicadas afirmações que trataram sobre as etapas do procedimento, a saber a L<sub>3</sub> e a L<sub>4</sub>.

Caminhando paralelamente a elas estavam a L<sub>5</sub> juntamente com a Q<sub>3</sub>, com o objetivo obter resultados que transparecessem “como esse produto pode adquirir características diferentes?” segundo o pensamento dos discentes. Esse ponto só poderia ser atingido se coletado dados que refletissem a compreensão dos discentes para a função de cada componente do experimento.

Sendo assim, o objetivo da L<sub>5</sub> foi mensurar a compreensão dos alunos quanto à função de cada componente do experimento em uma visão química, sendo necessário o entendimento de vários conceitos expostos durante a aplicação da SEA. E a Q<sub>3</sub> serviu para identificar qual o nível que os alunos conseguiram relacionar a substância e a característica que ela proporciona no produto final.

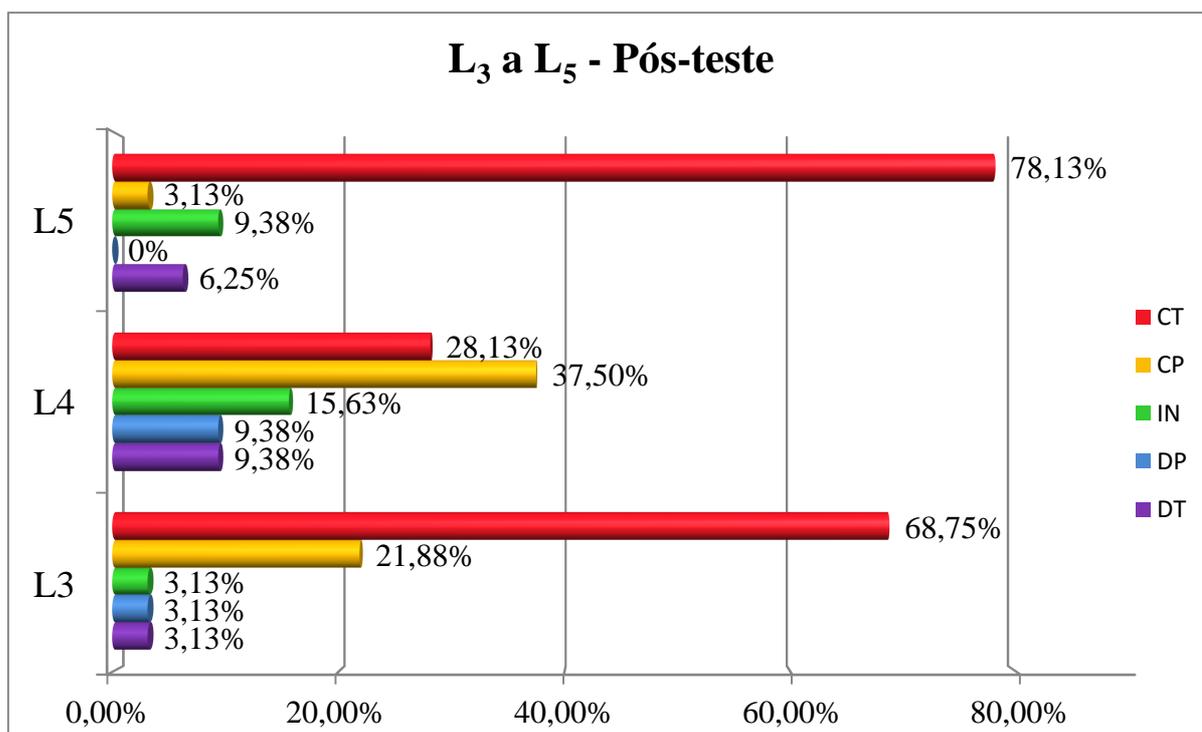
Vale ressaltar que toda a explicação química apresentada nesse grupo está coerente tanto com o que afirmam Mali, Grossmann e Yamashita (2010), tanto com as observações e anotações do pesquisador.

### 5.3.3.1 “Como acontece a formação do bioplástico?”

A análise é iniciada com as respostas em relação a “como acontece a formação do bioplástico” pelo item de Likert 3. Esta afirmativa trata sobre a etapa inicial, e para uma marcação correta, se faz necessário que se tenha compreensão de alguns conceitos, como o de interações inter/intramoleculares, o de estrutura cristalina e amorfa, além de quebra de ligações. A L<sub>3</sub> apresenta a seguinte afirmação: “Na etapa de aquecimento, houve a quebra das ligações de Hidrogênio na estrutura cristalina do amido, permitindo que a água entrasse na estrutura, e como consequência disso ocorreu a gelatinização.”.

Essa afirmação acima está totalmente correta (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Sendo assim, para convergir com o que a literatura diz, o mais adequado seria a marcação do nível 5 de concordância total. As respostas dos alunos tanto para essa assertiva, tanto para as demais do grupo encontram-se no gráfico da figura 13 a seguir:

**Figura 13** – Gráfico dos níveis de concordância/discordância das afirmativas do grupo 3



Fonte: Dados da pesquisa

Foi observado que quase 70% dos alunos conseguiram fazer a relação necessária para acertar este item, e além desse expressivo número, a segunda opção mais marcada também foi a de concordância, só que parcial. Esses dados indicam que houve uma notável aprendizagem, e ainda mais, que os alunos conseguiram fazer a relação dos conceitos necessários para compreender essa etapa do experimento.

Dando continuidade à discussão, a L<sub>4</sub> traz a seguinte afirmação: “Após a gelatinização, as moléculas de amido podem começar a se reassociar através de ligações iônicas, favorecendo a formação de uma estrutura mais ordenada, podendo formar uma estrutura novamente cristalina, esse processo é chamado de recristalização.”.

Segundo os autores, essa afirmativa tem apenas um detalhe que a torna inviável de ser marcada como 100% correta, que é o tipo da ligação (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). A assertiva afirma que as moléculas de amido se reassociam por ligações iônicas, no entanto, o correto seria por ligações de Hidrogênio. Esse detalhe faz com que seja mais adequado diante do que afirmam os autores acima, a marcação do nível 4, já que todo o resto está correto.

Essa assertiva também traz uma etapa do experimento: a formação e secagem bioplástico. Para que se possa marcar o nível de concordância correto segundo o que a literatura diz, se faz necessário estabelecer a relação de alguns conceitos a essa etapa, e eles seriam: reação de polimerização, os tipos de ligação existente entre os polímeros, estrutura cristalina e amorfa, além do processo de (re)cristalização.

É observado ao se analisar o gráfico da figura 13 que o nível 4 apresentou o maior índice de opiniões, onde foram registradas a marcação de cerca de 38% dos alunos, fato que revela que uma considerável quantidade de discentes conseguiram estabelecer a relação dos conceitos requeridos no experimento. A segunda opção mais assinalada, com cerca de 29 %, também foi a de concordância, só que total.

É levantada a hipótese de que muitos dos alunos que marcaram esse nível de concordância 5 não perceberam o detalhe da questão, por se tratar apenas de uma palavra. Sendo assim, talvez esse resultado apresentado não reflita de fato a compreensão que houve dessa etapa e dos conceitos necessários para o entendimento da mesma.

Completaram as respostas da L<sub>4</sub> cerca de 35% dos alunos, se forem considerados os indiferentes junto com os que discordaram. Isso expressa o fato deles não conseguirem realizar a ligação entre os conhecimentos necessários ao experimento, para que houvesse a compreensão dessa etapa de formação e secagem do bioplástico.

Contudo, foi verificado que houve uma perceptível relação entre os conhecimentos teóricos e as etapas experimentais, o que é reforçado pelas observações realizadas e que estão descritas no subitem 5.2.

### 5.3.3.2 “Como o bioplástico pode adquirir características diferentes”

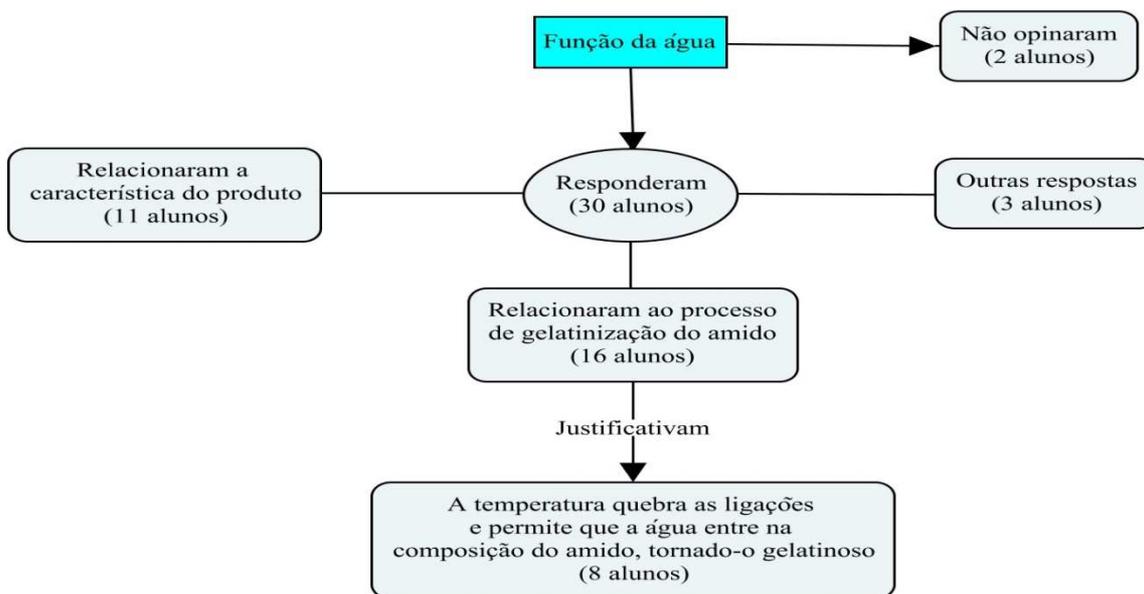
Visando obter as respostas dos alunos para “como o bioplástico pode adquirir características diferentes?”, foi feita a relação entre a L<sub>5</sub> e a Q<sub>3</sub>, visando aumentar a confiabilidade dos dados e promover uma discussão mais contundente.

Sendo assim, foi perguntado na Q<sub>3</sub>: “O que você pode dizer sobre o experimento e a função de cada substância (água, glicerina e vinagre)?”.

Ao serem analisadas as respostas, foi percebido que apenas quatro alunos teceram comentários sobre o experimento de uma forma geral, e suas respostas foram bem distintas uma das outras. Foi possível retirar a ideia central que cada uma trazia. O aluno A<sub>2</sub> disse que o experimento foi interessante, pois foi investigado a sua composição. O aluno A<sub>30</sub> afirmou que o experimento possibilitou a visualização das etapas na formação dos polímeros. O aluno A<sub>22</sub> relatou que o experimento foi de grande aprendizado, pois trouxe curiosidades e informações sobre o tema. E por fim, o discente A<sub>21</sub> disse que o experimento foi proveitoso, pois verificou que se pode fazer polímeros com materiais acessíveis a todos.

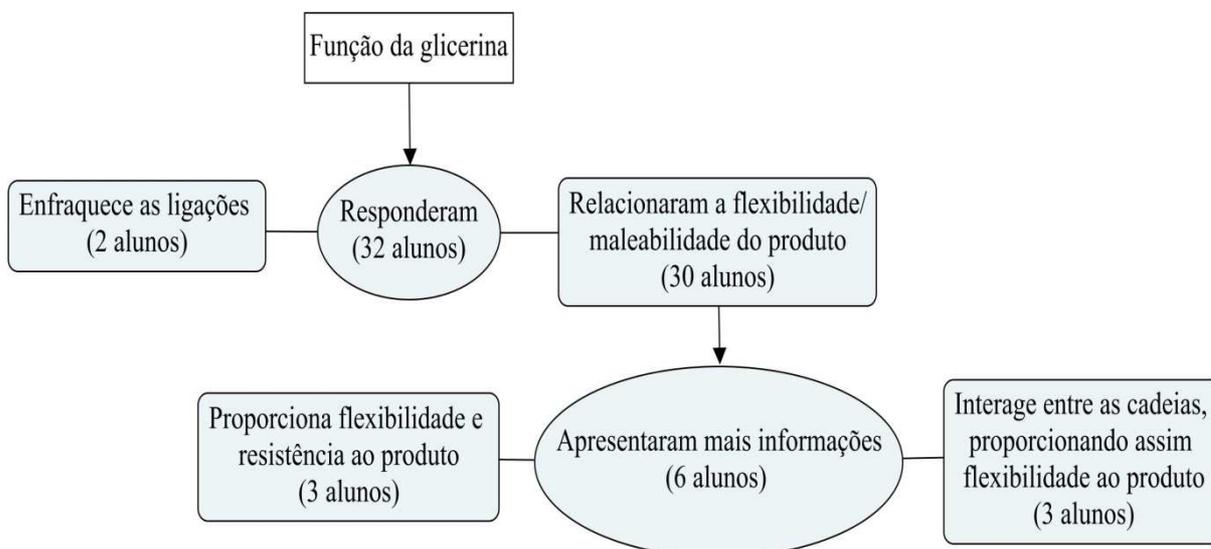
Em seguida foi observado também que todos expuseram alguma explicação para a função de algum componente. Para melhor compreensão de como foram essas respostas, elas são apresentadas em forma de diagramas. Desse modo, seguem as respostas da Q<sub>3</sub> para a função de cada substância do experimento nos diagramas das figuras 14, 15 e 16, respectivamente:

**Figura 14** – Diagrama (1) da função da água

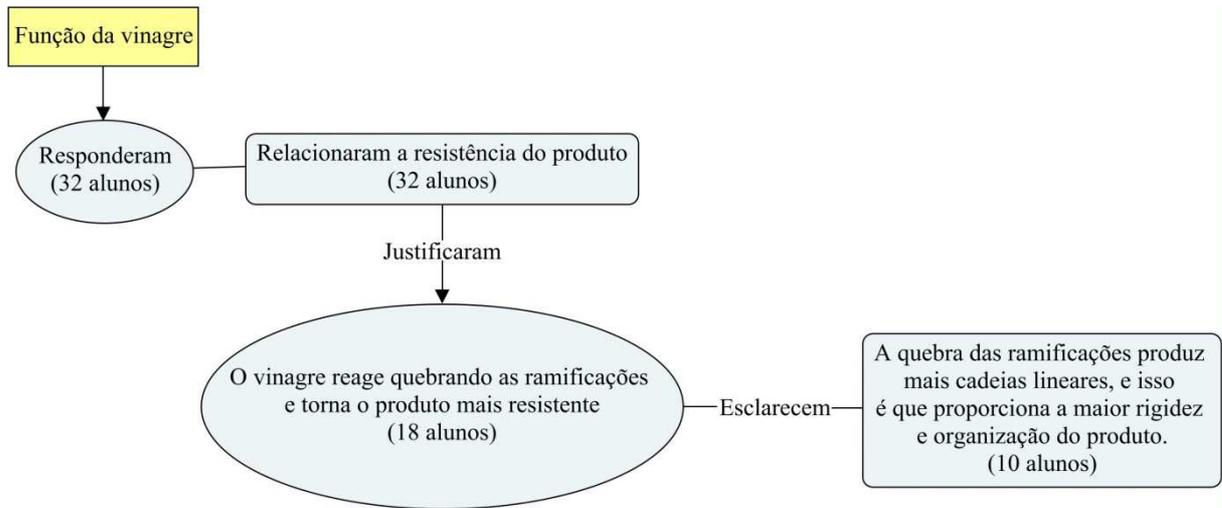


Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 15** – Diagrama (2) da função da glicerina



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 16** – Diagrama (3) da função do vinagre

Fonte: Dados da pesquisa

Foi observado de uma forma geral nos três diagramas que os discentes conseguiram relacionar de fato a substância com a função desempenhada no experimento, evidenciando a respectiva característica que cada um proporciona ao produto final. Muitos alunos ainda foram além do que foi pedido e deram respostas bastante completas, com explicações químicas relevantes. Esse fato tem a ver com os momentos de discussão relatados no subtópico 5.2.

Um caso que merece destaque é quanto ao diagrama (1), onde foi verificado que um pouco mais da metade dos discentes relacionou diretamente que a função da água teve a ver com o processo de gelatinização do amido, que de fato é o que acontece. E oito desses ainda relataram uma explicação com mais detalhes. Mas foi observado também que 11 alunos relacionaram de maneira equivocada a função da água à característica do produto, como a rigidez, por exemplo. Já os outros três deram respostas diversas que não foram relevantes para a pesquisa.

Por outro lado, visando ter uma medida do entendimento dos alunos quanto à função de cada componente do experimento em uma visão química, foi aplicada a L<sub>5</sub>, que foge um pouco do tamanho das afirmações comuns, pois foi necessário que se fizesse isso.

Segundo Mali, Grossmann e Yamashita (2010), a assertiva L<sub>5</sub> está totalmente correta, sendo, portanto, mais adequado a marcação do nível de concordância 5. Ela é composta pela seguinte expressão: “A função da glicerina no experimento foi de plastificante, incorporando-se entre as cadeias do amido e conferindo flexibilidade ao produto final. Enquanto que o vinagre reage na quebra das ramificações da amilopectina, o que gera mais cadeias lineares,

possibilitando assim a formação de uma quantidade maior de ligações, conferindo ao produto maior resistência. Já a água é fundamental para que ocorra a gelatinização do amido.”.

De acordo com o gráfico da figura 13, quase 80% dos alunos marcaram o nível de concordância total, o que é um número bastante considerável, visto que a afirmativa requer que haja para o seu entendimento a relação entre muitos conhecimentos teóricos e a prática experimental. E esses dados corroboram com aqueles apresentados na Q<sub>3</sub>.

Portanto, com todos esses dados expostos, é possível dizer que a relação da substância e a característica do produto analisado pela Q<sub>3</sub> aconteceu de fato e com riquezas de detalhes, diga-se de passagem, em um número bastante expressivo, salvo para a água. E o resultado da relação entre a função de cada componente do experimento com um olhar mais técnico foi bem-sucedido com um elevado índice de opinião.

Esses dados revelam que de fato houve uma compreensão bastante efetiva sobre o problema da pesquisa, e isso mesmo com o nível de dificuldade considerável entre o conhecimento científico e a atividade experimental.

É possível concluir dizendo que houve de fato a aplicação do conhecimento, ou seja, a SEA forneceu capacitação aos participantes quanto ao emprego dos conhecimentos abordados, dando-lhes subsídios para que articulassem constante e rotineiramente essa conceituação científica em situações reais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que foi proposto e exposto no presente trabalho, é possível concluir que todos os objetivos foram alcançados de maneira satisfatória. Assim como também foram tidos respaldos para responder o problema da pesquisa, que tratava dos potenciais efeitos em termos de aprendizagem dos participantes que a aplicação da SEA sobre polímeros orientada pelos três momentos pedagógicos proporcionou.

Quanto a isto, é possível inferir que as contribuições dessa aplicação foram diversas:

- a) foi confirmado que de fato essa abordagem metodológica favorece o processo de ensino-aprendizagem de seus participantes, e isso foi comprovado pela evolução conceitual demonstrada pela linguagem e atitudes dos integrantes da pesquisa;
- b) contribui para desenvolver um caráter investigador nos alunos, pelo fato de ter uma direção que conduz rumo a solução do problema levantado inicialmente, provocando o processo de envolvimento, curiosidade e evolução cognitiva nos participantes;
- c) proporciona a interação social por meio da atividade em grupos, o que favorece e estimula o desenvolvimento do respeito pelas ideias de todos, além de contribuir para o entendimento do conhecimento científico;
- d) oferece condições para que o aluno possa se apropriar do conhecimento científico sem abandonar os seus conhecimentos prévios, mas sim utilizar o conhecimento mais adequado para cada situação do cotidiano, o que se caracteriza como “perfil conceitual”.

Além dessas inferências relacionadas ao problema da pesquisa, é possível destacar também a parceria que houve entre as questões abertas e a escala de Likert dizendo que essa relação serviu de fato para aumentar a confiabilidade dos resultados, principalmente em pesquisas como essa, que mediu o nível da opinião dos participantes sobre um assunto específico antes e após a intervenção.

Foi percebido, em alguns casos, que houve uma evolução tanto em termos do questionário (medido pela linguagem), como pelo nível de concordância da Escala Likert. Contudo houveram aqueles que mostraram evolução parcial (em apenas um meio de coleta) e outros não mostraram nenhum tipo de evolução.

Sendo assim, se propõe, para uma futura extensão da pesquisa, a criação de níveis de evolução de conhecimento, para tornar os resultados ainda mais confiáveis e permitir uma discussão mais profunda acerca do tema proposto. Uma ideia de como seriam esses níveis de evolução é mostrada no quadro 6:

**Quadro 6** – Níveis de evolução de conhecimento

<b>Níveis de evolução</b>	<b>Definição</b>
Evolução efetiva	Acontece quando há uma evolução da resposta ao questionário aberto assim como no item de Likert (é válido apenas se no pós-teste for marcado o nível de concordância de Likert correto segundo o princípio que norteia a afirmação).
Evolução parcial de conceito	Acontece quando o progresso ocorre somente no questionário aberto, evidenciado por alguma evolução quanto aos termos e à linguagem utilizada.
Evolução parcial de Likert	Acontece apenas quando há uma mudança de escolha de algum nível de concordância da escala de Likert para aquele que é tido como correto.
Não houve evolução	Acontece quando o participante não demonstrar nenhum tipo de evolução em nenhum questionário.

Outro ponto que a ser destacado foi a relação bastante coesa entre os momentos da sequência de ensino aprendizagem, segundo Méheut, com a proposta dos três momentos pedagógicos segundo Delizoicov. Essa relação serviu para dar uma maior robustez, fundamentar ainda mais a metodologia do trabalho e experimentar mais uma possível e efetiva abordagem metodológica, a qual pode ser utilizada tanto na educação básica tanto na educação Superior, resguardando o nível da proposta para cada uma.

Sendo assim, este trabalho é concluído afirmando que foram válidas todas as ideias propostas no mesmo, e elas contribuíram em uma dose maior em relação ao que se esperava. Tanto é que a SEA alcançou seus principais objetivos: desenvolver o conhecimento científico e aproximar uma situação real dos alunos de forma satisfatória.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALVES, F. C. M. **Qualidade na educação fundamental pública nas capitais brasileiras: tendências, contextos e desafios**. Tese de Doutorado. PUC-Rio. 2007.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor**. Revista ABRAPEC. São Paulo, v. 1, n. 3, p. 5-14, set./dez. 2001.
- AQUINO, S.; BORGES, M. C. J. **O ensino de Ciências e a importância da metodologia para a aprendizagem. Uma experiência vivida estágio na cidade de Fortim**. In Simpósio de Pesquisa, 1, 2009. Aracati – CE. Anais... Aracati – CE: 2009. Disponível em: <<http://www.fvj.br/publicacoes/CIENCIAS.pdf>>
- BARBOZA, S. I. S. et. al. **Variações de Mensuração pela Escala de Verificação: uma análise com escalas de 5, 7 e 11 pontos**. TPA-Teoria e Prática em Administração, v. 3, n. 2, p. 99-120, 2013.
- BARROS, K. C. T. F. R.; FERREIRA, H. S. **Analisando as contribuições das ferramentas de desenho para o processo de concepção e avaliação de sequências de ensino aprendizagem**. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina. 2014.
- BRUICE, P. Y. **Química Orgânica**, 4 ed. vol. 2, São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2006
- CANEVAROLO JÚNIOR, Sebastião V. **Ciência dos polímeros**. Artiliber editora, São Paulo, 2006.
- CAREY, F. A. **Química orgânica**. Universidade da Virgínia. 7. ed. Vol. 2 – Porto Alegre: AMGH, 2011.
- COSTA, F. J. **Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.
- COSTA, Y. F.; DA SILVA, B. H. **Polímeros: solução ou poluição?** Uma abordagem CTS no ensino de química orgânica para o ensino médio. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX, UFRPE: Recife, 09 a 13 de Dezembro de 2013.
- DA SILVA, E. L. **Contextualização no Ensino de Química: idéias e proposições de um grupo de professores**. 2007.
- DA SILVA, F. A. S. **Contribuições do laboratório de ensino de química e biotecnologia na formação do licenciado em química da UFAL**. Dissertação (mestrado em Educação Brasileira) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira. Maceió, 2010.
- DA SILVA, M. A. **Vivenciar para apreender: o meio ambiente como contexto para o ensino de Polímeros**. Dissertação (Ensino de Química), São Paulo, 2014.

DE ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, 2003.

DE MORAIS, R. O. et al. **Reflexão sobre a pesquisa em ensino de química no brasil através do panorama da linha de pesquisa: linguagem e formação de conceitos.** Holos, v. 4, p. 473-491, 2014.

DE OLIVEIRA, J. R. S. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente/Contributions and approaches of the experimental activities in the science teaching: Gathering elements for the educational practice.** Acta Scientiae, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2012.

DE OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. **Projeto Ciência e Arte em uma Abordagem CTS—O lixo extraordinário.** VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das ciências. CTS, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**, Coleção Magistério - 2º Grau, São Paulo: Cortez. 1991.

\_\_\_\_\_. ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** 4ª Ed. São Paulo: Cortez, p. 199 a 201, 2011.

DRIVER, R. et. al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula.** Química Nova na Escola, v. 9, n. 5, 1999. Tradução: Eduardo Mortimer.

EDWARDS, D e MERCER, N. **Common knowledge: the development of understanding in the classroom.** Londres: Methuen, 1987.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; DE OLIVEIRA, R.C. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada.** Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIORI, G.; BERTOLDO, R. R. **Contextualizando o ensino de química por meio das atividades experimentais.** PDE. 2013.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa: Coleção Pesquisa qualitativa.** Bookman, 2009.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Universidade estadual do Ceará, 2002.

GERBELLI, B. B.; et. al. **Formação de professores e formação de conceitos científicos segundo Vygotsky.** XVIII Simpósio Nacional do Ensino de Física. 2009. Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** In: Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, 2008.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. **Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HAGE JÚNIOR, E.. **Aspectos Históricos sobre o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de Polímeros.** Polímeros, v. 8, n. 2, p. 6-9, 1998.

LÜDKE, M.. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas.** Marli E.D. A. André. – São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. **Concepções sobre o Papel da Linguagem no Processo de Elaboração Conceitual em Química.** Química Nova na Escola, n 2, p 27-30, nov. 1995.

MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. **Momentos pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências.** Ciência & Educação, v.18, n.1, p.1-22. 2012. Em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n1/01.pdf>

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. **Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização.** Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MARQUES, L.. **O que são polímeros e porque são interessantes?** Universidade de Évora, Departamento e Centro de Química. p. 1-2.

MÉHEUT, M; PSILLOS, D. **Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research.** International Journal of Science Education, 515-535, 2004.

\_\_\_\_\_. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: Boresma K. et al. (org.). Research and Quality of Science Education. Holanda: Spring; p. 195-207, 2005.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social.** Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOHANTY, A. K. et. al. **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites: An Introduction.** In: MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; DRZAL, L. T. Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos.** Investigações em Ensino de Ciências, v.1, n.1, p.20-39. 1996.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

PEDROSA, M. A. **Integrando inter-relações CTS em ensino de Química – Dificuldades, Desafios e Propostas.** In: **Engica (ed). XIV de engica** (Asociación dos ensinantes de Ciencias de Galacia), 79-86, 2001.

RODRIGUES, G. M.; FERREIRA, H. S. **Elaboração e análise de Sequências de Ensino-Aprendizagem sobre os estados da matéria.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, p. 1-12, 2011.

SANTOS, A. N.; QUADROS, A. L. **Há evolução conceitual sobre transformações químicas a partir da discussão de modelos sobre fenômenos?** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). UFPR, Curitiba/PR. 21 a 24 de julho de 2008.

SANTOS, E. P.; AQUINO, G. B.; GUEDES, J. T. **A contextualização no ensino de química no ensino médio:** um estudo de caso no colégio estadual presidente costa e silva. GT4-Práticas Investigativas. 2012.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. **Objetivos Para o Uso da Experimentação no Ensino de Química:** A Visão de Um Grupo de Licenciandos. Anais do VII ENPEC. UFSC. Florianópolis, 2009.

SILVA JÚNIOR, S. D. S.; COSTA, F. J. **Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion.** PMKT–Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia, v. 15, p. 1-16, 2014.

SILVEIRA, D. T. (Org.). Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS. Cap. 2. p. 31-42, 2009.

SILVÉRIO, Janaina. **Atividades experimentais em sala de aula para o ensino da Química:** percepção dos alunos e professor. 2012.

SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A. **A tecnologia da reciclagem de polímeros.** Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 65-72, 2005.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **Atividades experimentais investigativas:** habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008.

TEIXEIRA, C. F. **Compreensão, criação e resolução de problemas de estrutura multiplicativa:** uma sequência didática com problemas “abertos”. Monografia. Recife: UFPE/Curso de especialização em ensino de pré a 4ª série. 1999.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e contextualização no ensino de Química.** Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3 ed. – Porto Alegre : Bookman, 2005.

ZUCOLOTTI, A. M.; BELUCO, A. **A experimentação na construção de conceitos em físico-química,** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, 2013.

## 8 APÊNDICES

## APÊNDICE A

Planejamento da Sequência de ensino-aprendizagem		
<i>Planejamento do primeiro momento – problematização inicial</i>		
<i>Tema: Polímeros</i>		<i>Data: 13 / 04 / 2016</i>
<b>Conteúdo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de um bioplástico a partir da batata.</li> </ul>		
<b>Objetivos específicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar o conhecimento prévio dos discentes sobre polímeros (questionário pré-teste);</li> <li>• Introduzir a problematização da atividade experimental;</li> <li>• Observar e auxiliar a prática dos discentes;</li> </ul>		
Metodologia		
Atividade (1 aula de 90 min)	O que vou abordar?	Tempo
Aplicação do questionário pré-teste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos prévios dos alunos sobre os polímeros.</li> </ul>	30 min
Atividade prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho em equipe;</li> <li>• Falas e os procedimentos dos alunos.</li> </ul>	60 min
Entrega dos textos base para próxima etapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura complementar.</li> </ul>	---
<i>Quais recursos didáticos serão utilizados?</i>	---	
<i>Que espaço físico utilizar?</i>	Laboratório de Ensino de Química	
<i>Como organizar os alunos nas atividades?</i>	Organização em grupos.	

**Planejamento do segundo momento – Organização do conhecimento**

**Tema:** Polímeros

**Data:** 19 / 04 / 2016

**Conteúdo:**

- Conceito de polímeros;
- Estrutura molecular dos polímeros;
- Aplicabilidade.

**Objetivos específicos:**

- Compreender o conceito e as propriedades dos polímeros;
- Reconhecer a importância desses materiais no cotidiano e suas aplicações;
- Relacionar o assunto ao experimento;

**Metodologia**

Atividade (1 aula de 90 min)	O que vou abordar?	Tempo
Aula expositiva com apresentação em PowerPoint.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do conceito de polímeros;</li> <li>• Estrutura molecular dos polímeros;</li> <li>• Contextualização com os objetos do cotidiano;</li> <li>• Implicações CTS do tema referido;</li> <li>• Relação dos materiais poliméricos com o meio ambiente.</li> </ul>	90 min
<b>Quais recursos didáticos serão utilizados?</b>	Datashow, notebook, alguns objetos poliméricos do cotidiano.	
<b>Que espaço físico utilizar?</b>	Sala de aula.	
<b>Como organizar os alunos nas atividades?</b>	Organização comum.	

**Planejamento do terceiro momento – Aplicação do conhecimento**

**Tema:** Polímeros

**Data:** 20 / 04 / 2016

**Conteúdo:**

- Conceito de polímeros biodegradáveis;
- Meio ambiente;
- Compreensão do experimento.

**Objetivos específicos:**

- Relacionar o tema com o meio ambiente;
- Desenvolver uma conscientização ambiental;
- Solucionar a problemática da atividade experimental;
- Compreender a função de cada componente do experimento;
- Compreender cada etapa do experimento;
- Relacionar o assunto ao experimento;
- Investigar o conhecimento dos discentes sobre polímeros após a aplicação da SEA (questionário pós-teste);

**Metodologia**

<b>Atividade (1 aula de 90 min)</b>	<b>O que vou abordar?</b>	<b>Tempo</b>
Aula expositiva com apresentação em PowerPoint.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de polímeros biodegradáveis;</li> <li>• Relação dos materiais polímeros com o meio ambiente;</li> <li>• Soluções para ajudar o meio ambiente.</li> </ul>	20 min
Discussão sobre o experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de discussão das duplas com produtos diferentes;</li> <li>• Momento de discussão das duplas com produtos iguais;</li> <li>• Identificação das propriedades e características dos produtos;</li> <li>• Socialização sobre cada componente e etapa do experimento e seus efeitos no produto.</li> </ul>	40 min
Aplicação o questionário pós-teste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos de polímeros após a aplicação da SEA.</li> </ul>	30 min
Entrega do texto base para compreensão do experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura complementar.</li> </ul>	---
<b>Quais recursos didáticos serão utilizados?</b>	Datashow, notebook.	
<b>Que espaço físico utilizar?</b>	Sala de aula.	
<b>Como organizar os alunos nas atividades?</b>	Organização comum; Organização em grupos.	

## APÊNDICE B

### Questionário pré-teste

1. O que você compreende por polímero?
2. Você acha que os polímeros estão ligados diretamente a problemas ambientais? Justifique.

### Questionário diagnóstico baseado na escala Likert

Afirmações		Níveis de concordância				
		1	2	3	4	5
1	Polímeros são micromoléculas que apresentam em sua estrutura molecular unidades complexas e diferentes entre si, denominadas <i>cadeia principal</i> , ligadas entre si por ligações iônicas.					
2	A grande produção e o descarte de polímeros (plásticos) de forma inadequada ao meio ambiente têm gerado sérios problemas ambientais. Esses problemas ocorrem devido principalmente ao grande volume desses materiais descartados na natureza e a sua longa durabilidade no meio ambiente.					

- 1 = Discordo totalmente;  
 2 = Discordo parcialmente;  
 3 = Não sei responder/indiferente;  
 4 = Concordo parcialmente;  
 5 = Concordo totalmente.

## APÊNDICE C

### Roteiro experimental

#### Polímeros - Formação de um bioplástico a partir da batata

##### Materiais por grupo

4 béqueres de 250 mL;  
4 béqueres ou provetas de 25 mL;  
4 provetas de 100 mL;  
3 pipetas de 10 mL;  
4 bastões de vidro;  
4 espátulas;  
4 vidros de relógio grande ou 8 médios;  
3 peras;  
2 chapas aquecedoras.

##### Procedimento experimental

###### Grupo X – Dupla 1

Inicialmente pese 30 g de amido de batata inglesa (previamente preparado) no béquer de 250 mL. Em seguida, com o auxílio de uma proveta acrescente 100 mL de água (da torneira). Transfira 15 mL de glicerina diretamente do recipiente (devido a sua alta viscosidade) para um béquer (ou proveta) de 25 mL e com uma pipeta coloque 15 mL de vinagre em outro béquer ou proveta (25 mL). Depois os adicione ao béquer de 250 mL. Coloque algumas gotas do corante e mexa com um bastão de vidro até que toda a mistura apresente uma coloração uniforme.

Transfira o béquer para uma chapa aquecedora (previamente aquecida) e com um bastão de vidro mantenha a mistura sobre leve agitação até adquirir um aspecto gelatinoso. Nesse momento retire o béquer da chapa e transfira a mistura para o(s) vidro(s) de relógio. Informe o seu grupo e a dupla e guarde o(s) vidro(s) de relógio no lugar indicado pelo discente responsável pela prática.

##### Procedimento experimental

###### Grupo X – Dupla 2

Inicialmente pese 30 g de amido de batata inglesa (previamente preparado) no béquer de 250 mL. Em seguida, com o auxílio de uma proveta acrescente 100 mL de água (da torneira). Transfira 15 mL de glicerina diretamente do recipiente (devido a sua alta viscosidade) para um béquer ou proveta de 25 mL. Depois o adicione ao béquer de 250 mL.

Coloque algumas gotas do corante e mexa com um bastão de vidro até que toda a mistura apresente uma coloração uniforme.

Transfira o béquer para uma chapa aquecedora (previamente aquecida) e com um bastão de vidro mantenha a mistura sobre leve agitação até adquirir um aspecto gelatinoso. Nesse momento retire o béquer da chapa e transfira a mistura para o(s) vidro(s) de relógio. Informe o seu grupo e a dupla e guarde o(s) vidro(s) de relógio no lugar indicado pelo discente responsável pela prática.

### **Procedimento experimental**

#### **Grupo X – Dupla 3**

Inicialmente pese 30 g de amido de batata inglesa (previamente preparado) no béquer de 250 mL. Em seguida, com o auxílio de uma proveta acrescente 100 mL de água (da torneira). Com uma pipeta coloque 15 mL de vinagre em um béquer ou proveta (25 mL). Depois o adicione ao béquer de 250 mL. Coloque algumas gotas do corante e mexa com um bastão de vidro até que toda a mistura apresente uma coloração uniforme.

Transfira o béquer para uma chapa aquecedora (previamente aquecida) e com um bastão de vidro mantenha a mistura sobre leve agitação até adquirir um aspecto gelatinoso. Nesse momento retire o béquer da chapa e transfira a mistura para o(s) vidro(s) de relógio. Informe o seu grupo e a dupla e guarde o(s) vidro(s) de relógio no lugar indicado pelo discente responsável pela prática.

### **Procedimento experimental**

#### **Grupo X – Dupla 4**

Inicialmente pese 30 g de amido de batata inglesa (previamente preparado) no béquer de 250 mL. Em seguida, com o auxílio de uma proveta acrescente 100 mL de água (da torneira). Coloque algumas gotas do corante e mexa com um bastão de vidro até que toda a mistura apresente uma coloração uniforme.

Transfira o béquer para uma chapa aquecedora (previamente aquecida) e com um bastão de vidro mantenha a mistura sobre leve agitação até adquirir um aspecto gelatinoso. Nesse momento retire o béquer da chapa e transfira a mistura para o(s) vidro(s) de relógio. Informe o seu grupo e a dupla e guarde o(s) vidro(s) de relógio no lugar indicado pelo discente responsável pela prática.

### **Descarte dos rejeitos do experimento**

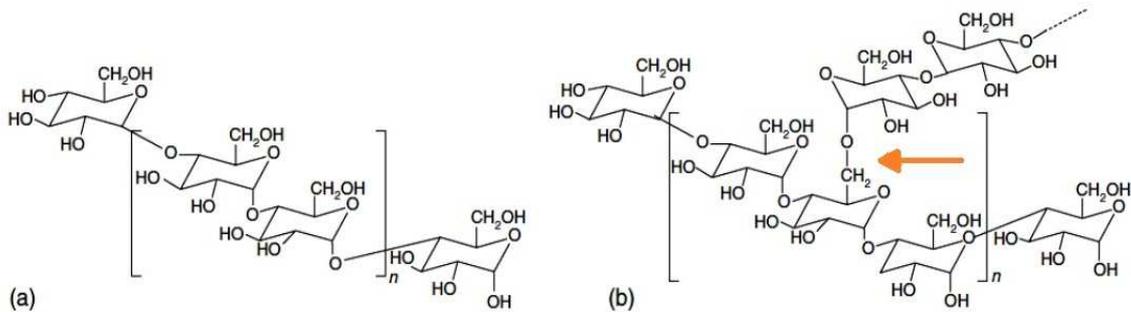
Neste experimento os rejeitos gerados são bioplásticos ainda na fase líquida que não são nocivos ao meio ambiente, e desta forma o descarte pode ser feito diretamente na pia.

## APÊNDICE D

### Explicação química do experimento

O amido pode ser obtido de diversas fontes vegetais, como cereais, raízes e tubérculos, e também de frutas e legumes. Ele é um polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos, que apresentam um certo grau de organização molecular, o que confere aos mesmos um caráter parcialmente cristalino, ou semicristalino.

O amido é formado por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, com estruturas e funcionalidade diferentes. A amilose é um polímero linear composto por unidades de D-glicose ligadas por ligações  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4). Já a amilopectina é um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) e ramificações em  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6).



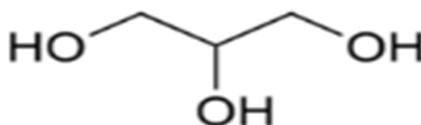
A batata inglesa, fonte de amido no experimento, é composta por cerca de 23% de amilose e 67% de amilopectina, onde suas estruturas são apresentadas na imagem a seguir, sendo a estrutura “a” a amilose e a estrutura “b” a amilopectina:

O que acontece nas etapas do experimento tem diretamente haver com essas estruturas. Portanto, será explicado a sequência dos fatos que acontecem no experimento e relacionado a característica do produto final.

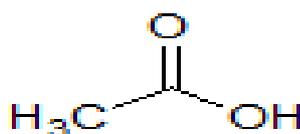
Na 1ª etapa do experimento, que é realizada por todas as duplas, acontece o que os teóricos chamam de gelatinização, onde o amido é aquecido em água até que chega um ponto em que suas ligações se rompem, e abrem espaço para que a água permeie sua estrutura, conferindo a característica gelatinosa ao produto. E nos momentos em seguida ocorre o processo de recristalização, que é o processo da estrutura se tornar cristalina novamente. O mecanismo de gelatinização se encontra representado na figura a seguir:



Em seguida, algumas duplas adicionam a glicerina, que serve como um plastificante, e esses de um modo geral reduzem as forças intermoleculares e aumentam a mobilidade das cadeias dos polímeros, com diminuição de possíveis descontinuidades e zonas quebradiças. Portanto, confere ao produto uma maior flexibilidade. A estrutura química da glicerina segue na próxima figura:



Algumas duplas também adicionaram o vinagre, que é composto em sua maior proporção por ácido acético, que nesse caso, ao reagir com a estrutura da amilopectina vai proporcionar a quebra da ramificação justamente no local indicado na figura acima, e assim, vão existir mais estruturas lineares da amilose, que permite que o produto se reorganize e faça mais ligações cruzadas do tipo de ligação de Hidrogênio, o que torna o produto mais resistente e cristalino. Segue a estrutura química do ácido acético:



Então, diante do que foi apresentado torna-se possível entender como ocorre a formação do bioplástico e o porquê ele apresenta características diferentes de acordo com seus reagentes.

A tabela a seguir relaciona os reagentes utilizados no experimento com a característica do produto final:

Dupla	Reagentes		Característica mecânica	
	Glicerina	Vinagre	Flexibilidade	Resistência
1	Com	Com	Alta	Alta
2	Com	Sem	Alta	Baixa
3	Sem	Com	Baixa	Alta
4	Sem	Sem	Baixa	Baixa

## APÊNDICE E

### Questionário pós-teste

1. O que você compreende por polímero?
  
2. Você acha que os polímeros estão ligados diretamente a problemas ambientais?  
Justifique.
  
3. O que você pode dizer sobre o experimento e a função de cada substância (água, glicerina, vinagre)?

### Questionário pós-teste baseado na escala Likert

Afirmações		Níveis de concordância				
		1	2	3	4	5
1	Polímeros são micromoléculas que apresentam em sua estrutura molecular unidades complexas e diferentes entre si, denominadas <i>cadeia principal</i> , ligadas entre si por ligações iônicas.					
2	A grande produção e o descarte de polímeros (plásticos) de forma inadequada ao meio ambiente têm gerado sérios problemas ambientais. Esses problemas ocorrem principalmente devido ao grande volume desses materiais descartados na natureza e a sua longa durabilidade na no meio ambiente.					
3	Na etapa de aquecimento, houve a quebra das ligações de Hidrogênio na estrutura cristalina do amido, permitindo que a água entrasse na estrutura, e como consequência disso ocorreu a gelatinização.					
4	Após a gelatinização, as moléculas de amido podem começar a se reassociar através de ligações iônicas, favorecendo a formação de uma estrutura mais ordenada, podendo formar uma estrutura novamente cristalina, esse processo é chamado de recristalização.					
5	A função da glicerina no experimento foi de plastificante, incorporando-se entre as cadeias do amido e conferindo flexibilidade ao produto final. Enquanto que o vinagre reage na quebra das ramificações da amilopectina, o que gera mais cadeias lineares, possibilitando assim a formação de uma quantidade maior de ligações, conferindo ao produto maior resistência. Já a água é fundamental para que ocorra a gelatinização do amido.					

- 1 = Discordo totalmente;  
 2 = Discordo parcialmente;  
 3 = Não sei responder/indiferente;  
 4 = Concordo parcialmente;  
 5 = Concordo totalmente.

## 9 ANEXOS

### ANEXO 1

Universidade de Évora • Departamento e Centro de Química

Luísa Marques

#### O que são polímeros e porque são interessantes?

A palavra polímeros vem do grego *polumeres*, que quer dizer “ter muitas partes”. Os polímeros são moléculas muito grandes constituídas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas, denominadas de monómeros (do grego “mono” – um).

Os polímeros sempre fizeram parte do quotidiano humano. Desde os tempos mais remotos o homem tem usado polímeros naturais como amido, celulose e seda, entre outros. Além disso, cerca de 18% do nosso organismo é constituído por proteínas, que são polímeros naturais. A partir da primeira metade do século XX, quando o Químico alemão Hermann Staudinger (1881-1963, pioneiro no estudo da química dos polímeros, galardoado com o Prémio Nobel de Química em 1953) descobriu o processo de polimerização, a síntese de polímeros deixou de ser apenas um fenómeno natural. Desde então, o estudo dos polímeros naturais e principalmente dos sintéticos desenvolveu-se rapidamente. Actualmente, é difícil imaginar a vida humana sem a utilização de polímeros. Assim, a indústria de polímeros constitui um dos pilares do estilo de vida contemporâneo. É enorme a quantidade de bens que nos cercam, produzidos a partir de materiais poliméricos, uma vez que eles são utilizados em quase todas as áreas das actividades humanas, principalmente nas indústrias de automóvel, de embalagens, de revestimentos e de vestuário, e incorporam-se de forma permanente ao quotidiano das nossas vidas. Isso deve-se também ao facto dos polímeros sintéticos terem vindo a conquistar muitos mercados através da substituição de outros materiais, como papel, madeira e metais.

Os polímeros podem dividir-se em termoplásticos, termorrígidos e elastómeros (borrachas).

**Termoplásticos:** São os chamados plásticos, constituindo a maior parte dos polímeros comerciais. A principal característica desses polímeros é poder ser fundido diversas vezes. Dependendo do tipo do plástico, também podem dissolver-se em vários solventes. Logo, a sua reciclagem é possível, uma característica bastante desejável nos dias de hoje. As propriedades mecânicas variam conforme o plástico: sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis.

**Termorrígidos:** São rígidos e frágeis, sendo muito estáveis a variações de temperatura. O aquecimento do polímero acabado a altas temperaturas promove a decomposição do material antes de sua fusão. Logo, a sua reciclagem é complicada.

**Elastómeros (Borrachas):** Classe intermediária entre os termoplásticos e os termorrígidos: apresentam alta elasticidade. Analogamente ao verificado para os termorrígidos o processo de reciclagem é complicado devido à incapacidade de fusão. Exemplos da presença dos materiais poliméricos importantes no nosso quotidiano assim como as suas principais aplicações podem ser observados na tabela 1.

**Tabela 1 – Exemplos de polímeros existentes no nosso quotidiano.**

<b>Polímero</b>	<b>Aplicações</b>
Poliestireno (esferovite)	Copos, caixas (CDs, cassetes e outras)
Polietileno	Baldes, sacos de lixo, sacos de embalagens
Polipropileno	Cadeiras, poltronas, para-choques de automóveis
Poliamida 6-6 (nylon 6-6)	Fibras, cordas, roupas
PVC (Policloreto de Vinilo)	Tubos
Plexiglas "Vidro plástico" Acrílicos	Plástico transparente muito resistente usado em portas e janelas, lentes de óculos.
Teflon	Revestimento interno de painéis
Borracha natural	Pneus, câmaras de ar, objectos de borracha
Amido	Alimentos, fabricação de etanol
Celulose	Papel, algodão, explosivos
Baquelite (fórmica)	Revestimento de móveis (fórmica), material eléctrico (tomadas e interruptores)
Poliuretano	Espumas rígidas e flexíveis; isolantes

Analisando a tabela, podemos realmente constatar que é praticamente impossível vivermos actualmente sem utilizarmos produtos fabricados com algum material polimérico. Esta elevada quantidade de materiais fabricados a partir de polímeros sintéticos apresenta dois sérios problemas: o primeiro relaciona-se com o grande volume de lixo gerado diariamente, principalmente nas grandes cidades, em virtude do grande número de embalagens descartáveis, que são constituídas de materiais poliméricos; o segundo, é o facto desse lixo não ser biodegradável, podendo levar centenas de anos para se decompor. Actualmente, esses dois problemas vêm sendo resolvidos em parte com os diversos programas de reciclagem de lixo aplicados em vários países. No entanto, a falta de uma cultura de reciclagem por parte da população desses países, juntamente com a falta de interesse dos governantes e dos grandes empresários, dificulta bastante a reciclagem do lixo, o que leva a baixas percentagens de lixo reciclado na maioria dos países que se propõe a reciclarem seu lixo.

No futuro, é provável que, os nossos descendentes se reportem à nossa época como sendo a era do plástico. No entanto, questionamo-nos; seria possível manter os actuais padrões de conforto sem a existência dos plásticos?

#### Bibliografia:

1. Teresina, "Os polímeros no cotidiano humano", Universidade Federal de Piauí, 2002.
2. R.Chang, "Química", 5a Ed., Lisboa, 1994.
3. P. Carrott, "Sebenta de Novos Materiais", Departamento de Química, Universidade de Évora, 2005.
4. [www.gorni.eng.br](http://www.gorni.eng.br)
5. P. Almeida, V. Magalhães, Polímeros, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2004.

Luísa Marques  
Bolsista de investigação

## ANEXO 2

Turma participante da pesquisa – Aula experimental



Secagem dos bioplásticos

