

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Jennifer Alejandra Suárez Silva

**“BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA A  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Santa Maria, RS  
2017



**Jennifer Alejandra Suárez Silva**

**“BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA A  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Suárez Silva, Jennifer Alejandra  
"BIOQUÍMICA NA ESCOLA": UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA A  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA / Jennifer Alejandra Suárez  
Silva.- 2017.  
358 p.; 30 cm

Orientador: Mara Elisa Fortes Braibante  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e  
Saúde, RS, 2017

1. Aprendizagem Significativa 2. Sequência didática  
3. Taxonomia de Bloom 4. Formação inicial de professores  
5. Ensino de Química I. Fortes Braibante, Mara Elisa II.  
Título.

---

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Jennifer Alejandra Suárez Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

**Jennifer Alejandra Suárez Silva**

**“BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA A  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

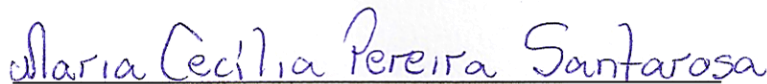
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

**Aprovado em 06 de janeiro de 2017:**



---

**Mara Elisa Fortes Braibante, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)



---

**Maria Cecília Pereira Santarosa, Dra. (UFSM)**



---

**Maurício Selvero Pazinato, Dr. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, RS  
2017



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar-me com cada nova experiência, que permitiu a construção de novos conhecimentos, formação de uma nova família e a conquista de novas amizades.

Aos meus pais, Luís E. Suárez e Nohora A. Silva, que sempre estiveram ao meu lado neste processo e me incentivando a continuar, embora os corpos estivessem longe, os corações sempre estiveram juntos para proporcionar as forças que algum dia precisei. Obrigada pela confiança, carinho, apoio e ânimo durante este tempo, que estive ausente e sei que não foi fácil a distância para ninguém. No entanto, sabemos que às vezes são necessários alguns sacrifícios, para que possamos colher frutos e ver os resultados de uma vida de experiências e educação que vocês me propiciaram. Amo vocês e se hoje estou aqui é por vocês.

A minhas irmãs, sobrinhas e sobrinho, que sempre manifestaram seu apoio, carinho e preocupação. Espero ser uma inspiração para vocês, para sempre pensarem que quando se quer se pode, e que a educação e os sonhos nos levam para onde queremos, que não se necessita muito para fazer muito. Sei que a distância nos ajudou a valorizar cada momento do qual não estivemos juntos, pois sei que perdi muitos, porém, tenho certeza que serão construídos e vivenciados mais momentos e sorrisos em família.

Agradeço aos amigos que sempre me apoiaram durante este processo, os quais os levo em meu coração como parte de uma nova família, uma família que construímos na busca de sonhos e novas experiências. Patrícia F. Feldhaus (irmã brasileira) e Douglas F. Pinto, minha sincera gratidão, por toda a ajuda fornecida, pelos sorrisos e pelas melhores lembranças do Brasil. Jonas, obrigada pela amizade, conselhos e apoio fornecido, pelos mates que construíram novas amizades, deixando ver que o único que nos separa são as fronteiras e que sendo de diferentes países, todos podemos ajudar-nos a construir os sonhos.

Também agradeço à família que foi construída com o tempo e que permitiu que eu fosse parte dela - AS DIVAS – Obrigada pela ajuda, carinho e amizade, as levo em meu coração que só vai estar longe fisicamente de vocês. Adoro vocês, Ana C. Sulzbach, Ângela M. Durand, Sabrina G. Klein, Greyce A. Storggatto, Michele T. Reis, Pâmela Marques e Valesca V. Vieira. Não esqueçam a DIVA ESTRANGEIRA.

Também, gostaria de agradecer à Prof<sup>a</sup> Mara Braibante, por aceitar no grupo LAEQUI uma estrangeira, obrigada pelo acolhimento, ajuda, carinho, orientação e confiança que depositou em mim desde o primeiro dia.

Ao Prof. Hugo Braibante, a quem manifesto uma grande admiração, pois considero que seu conhecimento é muito grande como seu coração, agradeço por estar disponível sempre para me auxiliar, responder dúvidas e falar sobre a Taxonomia de Bloom.

Obrigada aos colegas e amigos do LAEQUI: Arlete P. Calderan, Fabiane M. de Almeida, Michele T. Reis, Ângela R. Kraisig, Ana C. Gomes Miranda e Thais R. da Rocha pela colaboração, apoio e acolhimento no grupo, pelos aprendizados que durante os momentos formais e não formais se construíram e fortaleceram minha formação como docente. À Valesca V. Vieira, colega e amiga que durante estes dois anos foi a pessoa que acompanhou todo meu caminho no Brasil, obrigada pela confiança, amizade, sorrisos e momentos que levo em meu coração, com certeza muitas coisas não teria conseguido sem sua ajuda.

Ao grupo PIBID de Química da Universidade Federal de Santa Maria, à Escola Básica Estadual Érico Veríssimo e os estudantes participantes da pesquisa, pela participação de forma interessada e ativa no desenvolvimento deste projeto, o qual permitiu que eu também aprendesse com cada experiência.

À banca deste trabalho, Prof<sup>a</sup> Maria C. P. Santarosa, Prof. Maurícius S. Pazinato e Prof. Luiz C. B. de T. Neto, por aceitarem o convite e as contribuições que com certeza acrescentarão no nosso projeto e minha formação acadêmica.

À Universidade Federal de Santa Maria e à Organização dos Estados Americanos (OEA) pela oportunidade de desenvolver meus estudos de mestrado no Brasil.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.



*“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas,  
mas ao tocar uma alma humana, seja apenas  
outra alma humana”.*

Carl Jung



## RESUMO

### “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

AUTORA: Jennifer Alejandra Suárez Silva  
ORIENTADORA: Mara Elisa Fortes Braibante

Esta pesquisa intitulada “*Bioquímica na Escola: uma proposta didática para a aprendizagem significativa*” é caracterizada por ser predominantemente qualitativa, a qual utilizou como estratégia a elaboração e aplicação de uma sequência didática construída a partir de objetivos de aprendizagem propostos conforme à Taxonomia de Bloom revisada. Esta sequência didática teve como finalidade reforçar diferentes habilidades do domínio cognitivo classificadas em níveis e categorias e favorecer a aprendizagem significativa de conteúdos de Química em sala de aula para estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola estadual de Santa Maria – RS, bem como fortalecer os conhecimentos pedagógicos e didáticos de professores em formação inicial do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria. Para isso, a pesquisa foi desenvolvida em três fases. Na primeira fase, buscou-se o referencial teórico pedagógico sobre a aprendizagem significativa e disciplinar a respeito dos conceitos a serem abordados, tais como: *proteínas, carboidratos e lipídeos*. A segunda fase foi direcionada para a orientação teórica e prática dos professores em formação inicial para a construção da sequência didática, abordando diferentes conteúdos científicos em várias intervenções. As intervenções foram organizadas em três oficinas temáticas estruturadas nos Três Momentos Pedagógicos e nos objetivos de aprendizagem propostos para os seis níveis e categorias de organização do conhecimento da Taxonomia de Bloom revisada. A terceira e última etapa, destinou-se à aplicação em sala de aula da sequência didática construída pelos professores em formação inicial e avaliação da aprendizagem construída. Os resultados desta pesquisa foram obtidos por meio de diferentes instrumentos de coleta de dados, tais como: questionários, produções textuais, atividades da sequência didática e as observações e anotações do pesquisador, os quais foram analisados segundo a Análise Textual Discursiva. Conclui-se que a participação ativa dos professores em formação inicial em pesquisas que propiciem espaços para articular universidade-escola, fortalece os conhecimentos pedagógicos e didáticos desenvolvidos durante sua vida escolar e universitária, visto que precisa do uso deste no planejamento e aplicação de atividades, promovendo melhorias no processo de ensino. Além disso, os resultados permitiram concluir que a aplicação da sequência didática favoreceu a aprendizagem significativa de conceitos científicos, pois foi observado uma evolução na construção dos conhecimentos e habilidades do domínio cognitivo dos estudantes do ensino médio.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Sequência didática. Taxonomia de Bloom.



## ABSTRACT

### "BIOCHEMISTRY AT SCHOOL" A DIDACTIC PROPOSAL FOR MEANINGFUL LEARNING

AUTHOR: Jennifer Alejandra Suárez Silva

ADVISOR: Mara Elisa Fortes Braibante

This research entitled "Biochemistry at School: a didactic proposal for meaningful learning" is characterized by being predominantly qualitative, which used as strategy the elaboration and application of a didactic sequence constructed from learning objectives proposed according to the revised Bloom's Taxonomy. This didactic sequence aimed at reinforcing different abilities of the cognitive domain classified in levels and categories and favoring the meaningful learning of Chemistry contents in the classroom for last year students of high school from a public school of Santa Maria - RS, as well as strengthening the pedagogical and didactic knowledge of teachers in initial formation of Chemistry Degree of the Federal University of Santa Maria. For this, the study was developed in three phases. In the first phase, the aim was to achieve the pedagogical theoretical reference on meaningful and disciplinary learning about the concepts to be approached, such as *proteins, carbohydrates and lipids*. The second phase was addressed to the theoretical and practical orientation of the teachers in initial formation for the construction of the didactic sequence, approaching different scientific contents in several interventions. The interventions were organized in three thematic workshops based on the Three Pedagogical Moments and the learning objectives proposed for the six levels and categories of knowledge organization of the revised Bloom's Taxonomy. The third and final step was to apply in the classroom the didactic sequence constructed by the teachers in initial formation and evaluation of the constructed learning. The results of this study were obtained through different data collection instruments, such as: questionnaires, textual productions, didactic sequence activities and the observations and annotations of the researcher, which were analyzed according to the Textual Discourse Analysis. The active participation of teachers in initial formation in studies that provide spaces for articulating university-school, strengthening the pedagogical and didactic knowledge developed during their school and university life, since the teacher needs the use of those in the planning and application of activities, promoting improvements in the teaching process. Furthermore, the results allowed concluding that the application of the didactic sequence favored the meaningful learning of scientific concepts, inasmuch as an evolution was observed in the construction of the knowledge and skills of the cognitive domain of high school students.

**Keywords:** Meaningful Learning. Didactic sequence. Bloom's Taxonomy.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1MP	Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial
2MP	Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento
3MP	Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento
ATD	Análise Textual Discursiva
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APO	Alcançou Parcialmente o Objetivo de Aprendizagem
ASO	Alcançou Satisfatoriamente o Objetivo de Aprendizagem
C	Construtivista
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Níveis Superior
D	Desafia os Estudantes a Utilizar os Conhecimentos Prévios
DAC	Disposição dos Átomos de Carbono na Cadeia
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DP	Desafia os Estudantes a Utilizar Parcialmente os Conhecimentos Prévios
E	Empiristas
EJA	Educação para Jovens e Adultos
EST	Estudante (s)
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
LDL	Lipoproteínas de Baixa Densidade
MEC	Ministério da Educação
NÃO	Não Alcançou o Objetivo de Aprendizagem
ND	Não Desafia os Estudantes a Utilizar os Conhecimentos Prévios
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
OCNEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PFI	Professor (es) em Formação Inicial
Ph	Potencial Hidrogeniônico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PHC	Presença de Heteroátomos na Cadeia Carbônica

PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
RC	Relaciona Corretamente as Macromolécula e seus Monômeros
RI	Relaciona de Forma Incorreta as Macromolécula e seus Monômeros
RNA	Ácido Ribonucleico
RS	Rio Grande do Sul
SD	Sequência Didática
TLAC	Tipo de Ligação entre os Átomos de Carbono
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b> .....	21
<b>CAPÍTULO 1 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	25
1.1. CONDIÇÕES DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	27
1.2. TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	29
1.3. FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	30
1.4. IMPORTÂNCIA DOS ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	31
1.5. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E FORMAÇÃO DOCENTE .....	33
1.6. TAXONOMIA DE BLOOM COMO ESTRATÉGIA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	37
<b>CAPÍTULO 2 – BIOQUÍMICA ORGÂNICA</b> .....	45
2.1. BIOMOLÉCULAS .....	46
<b>2.1.1. Proteínas</b> .....	47
<b>2.1.2. Carboidratos</b> .....	58
<b>2.1.3. Lipídeos</b> .....	65
2.1.3.1. <i>Lipídeos saponificáveis</i> .....	66
2.1.3.1.1. Lipídeos simples.....	68
2.1.3.1.2. Lipídeos complexos.....	70
2.1.3.2. <i>Lipídeos insaponificáveis</i> .....	72
<b>CAPÍTULO 3 – “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO – APRENDIZAGEM DA QUÍMICA</b> .....	79
3.1. “BIOQUÍMICA NA ESCOLA” E OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA .....	81
3.2. METODOLOGIAS DE ENSINO: ESTRUTURA DIDÁTICA DA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”.....	83
<b>3.2.1. Oficina temática e os Três Momentos Pedagógicos</b> .....	83
<b>3.2.2. Situações problema</b> .....	85
<b>3.2.3. Estudo de caso</b> .....	88
<b>3.2.4. Atividades experimentais</b> .....	90
<b>3.2.5. Jogos didáticos</b> .....	93
<b>3.2.6. Contextualização</b> .....	96
<b>CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	101
4.1. INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	104
4.2. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA” ....	105
<b>4.2.1. Contexto e sujeitos da pesquisa na elaboração da SD</b> .....	106

<b>4.2.2. Descrição da construção da sequência didática “Bioquímica na escola”.</b>	107
4.2.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta	109
4.2.2.2. 2ª Etapa: Orientação metodológica	110
4.2.2.3. 3ª Etapa: Elaboração da sequência didática	112
4.2.2.4. 4ª Etapa: Reflexão	119
<b>4.3. INTERVENÇÕES EM SALA DE AULA COM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”</b>	119
<b>4.3.1. Contexto e sujeitos das intervenções na aplicação da SD</b>	119
<b>4.3.2. Aplicação da sequência didática “Bioquímica na escola” em sala de aula</b>	120
4.3.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta	124
4.3.2.2. 2ª Etapa: Oficina temática “Carboidratos”	124
4.3.2.3. 3ª Etapa: Oficina temática “Proteínas”	137
4.3.2.4. 4ª Etapa: Oficina temática “Lipídeos”	148
4.3.2.5. 5ª Etapa: Finalização da proposta	160
<b>CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS</b>	161
<b>5.1. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”</b>	162
<b>5.1.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta</b>	162
5.1.1.1. Formação acadêmica	162
5.1.1.2. Escolha pela profissão docente	163
5.1.1.3. Predileção pela docência em ciências	165
5.1.1.4. Nível de ensino de interesse para atuação	166
<b>5.1.2. 2ª Etapa: Orientação metodológica</b>	166
5.1.2.1. Análise de uma oficina temática	167
5.1.2.2. Construção e análise de objetivos de aprendizagem	168
<b>5.1.3. 3ª Etapa: Elaboração da sequência didática</b>	173
5.1.3.1. Utilização dos Três Momentos Pedagógicos	173
5.1.3.2. Organização da SD	178
5.1.3.3. Construção e avaliação da aprendizagem na aplicação da SD	184
<b>5.1.4. 4ª Etapa: Reflexão</b>	185
5.1.4.1. Objetivos da educação	185
5.1.4.2. Critérios para o planejamento da aula	187
5.1.4.3. Metodologias de ensino	189
5.1.4.4. Critérios para escolher as metodologias de ensino	190
5.1.4.5. Obstáculos encontrados na aplicação da SD	192

5.1.4.6. Contribuições do projeto identificadas pelos PFI.....	194
5.1.4.7. Considerações sobre o uso da SD.....	194
5.1.4.8. Evolução do modelo epistemológico.....	195
5.1.4.9. Evolução do conhecimento científico sobre Bioquímica.....	199
5.2. INTERVENÇÕES EM SALA DE AULA COM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA” .....	207
<b>5.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta .....</b>	<b>207</b>
5.2.1.1. Preferência pelas disciplinas.....	207
5.2.1.2. Recursos utilizados para a elaboração de pesquisas .....	208
5.2.1.3. Expectativas para o futuro.....	208
5.2.1.4. Relação da Bioquímica com o cotidiano.....	209
<b>5.2.2. 2ª Etapa: Oficina temática “Carboidratos” .....</b>	<b>210</b>
5.2.2.1. Organização dos conhecimentos prévios.....	210
5.2.2.2. Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas.....	211
5.2.2.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.....	211
5.2.2.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento .....	212
5.2.2.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento.....	221
5.2.2.3. Índícios de aprendizagem significativa sobre carboidratos .....	223
<b>5.2.3. 3ª Etapa: Oficina temática “Proteínas” .....</b>	<b>232</b>
5.2.3.1. Organização dos conhecimentos .....	232
5.2.3.2. Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas.....	234
5.2.3.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.....	234
5.2.3.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.....	235
5.2.3.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento.....	244
5.2.3.3. Índícios de aprendizagem significativa sobre proteínas .....	247
<b>5.2.4. 4ª Etapa: Oficina temática “Lipídeos” .....</b>	<b>255</b>
5.2.4.1. Organização dos conhecimentos prévios.....	255
5.2.4.2. Construção do conhecimento e das habilidades cognitivas .....	257
5.2.4.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.....	258
5.2.4.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.....	259
5.2.4.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento.....	267
5.2.4.3. Índícios de aprendizagem significativas sobre lipídeos.....	269
<b>5.2.5. 5ª Etapa: Finalização da proposta .....</b>	<b>278</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>287</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>291</b>

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNOSTICO (2ª FASE).....	305
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (2ª FASE) .....	306
APÊNDICE C – ATIVIDADE: “CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM” (2ª FASE).....	307
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS (2ª FASE) .	308
APÊNDICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA “ <i>BIOQUÍMICA NA ESCOLA</i> ” .....	311
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO INTERMEDIÁRIO (2ª FASE).....	338
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO FINAL DE BIOQUÍMICA (2ª FASE) .....	339
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL (2ª FASE) .....	341
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DIAGNOSTICO (3ª FASE) .....	342
APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO INICIAL DE CARBOIDRATOS (3ª FASE) .....	343
APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO FINAL DE CARBOIDRATOS (3ª FASE) .....	344
APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO INICIAL DE PROTEINAS (3ª FASE).....	346
APÊNDICE M – ATIVIDADE DE REVISÃO DE FUNÇÕES ORGANICAS (3ª FASE) .....	348
APÊNDICE N – QUESTIONÁRIO FINAL DE PROTEINAS (3ª FASE).....	349
APÊNDICE O – QUESTIONÁRIO INICIAL DE LIPÍDEOS (3ª FASE) .....	351
APÊNDICE P – ATIVIDADE DE REVISÃO DE FUNÇÕES ORGANICAS (3ª FASE) .....	353
APÊNDICE Q – QUESTIONÁRIO FINAL DE LIPÍDEOS (3ª FASE).....	354
APÊNDICE R – QUESTIONÁRIO FINAL DA PROPOSTA DIDÁTICA .....	356

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Onde estavam os meus conhecimentos e porque, quando me falaram deles, eu os reconheci e declarei: “perfeitamente, isso é verdade”? Nenhuma outra razão além desta: eles já estavam em minha memória, mas tão longe e escondidos em tão secretas profundezas que sem as lições que os tiraram de lá, talvez, não os pudesse ter concebido (SAINT AUGUSTIN apud MEIRIEU, 1998, p. 25).

A discussão sobre a origem do conhecimento, iniciou-se desde a antiguidade na Grécia onde filósofos por volta de 600 a.C., descobriram que podiam pensar por si mesmos e procurar eles próprios, respostas para seus questionamentos. Suscitando perguntas, segundo Goulart (2010), como: O que vem a ser o conhecimento? De onde veio a capacidade de raciocinar? Nascemos com estes conhecimentos ou eles são dados pela educação e pelo costume?

As respostas para estas perguntas, implicaram na reflexão sobre o conhecimento e o posicionamento a respeito do ato de conhecer, o que depois repercutiria no âmbito pedagógico e psicológico, para auxiliar na construção de uma explicação sobre os processos de desenvolvimento da aprendizagem. Entre os diversos posicionamentos epistemológicos, Goulart (2010) destaca os *inatistas*, *racionalistas*, *empiristas* e *construtivistas*. Os inatistas são os que consideram que o conhecimento é anterior à experiência, pois o sujeito nasce já com algumas ideias fundamentais. Os racionalistas atribuem valor apenas à razão ou pensamento lógico. Os empiristas conferem à experiência a aquisição da razão, e os construtivistas consideram a construção do conhecimento pela interação do sujeito com o meio.

Atualmente, no processo de ensino-aprendizagem consolida-se um posicionamento *construtivista*, cuja base epistemológica é dada por um modelo interativo, visto que, precisa para a construção do conhecimento de uma interação e/ou relação entre: estudante - objeto, estudante – professor e conhecimentos prévios – conhecimentos novos (FACIN, 2015). Nesse sentido, o construtivismo permite um papel ativo dos estudantes, na construção e atribuição de significados do conhecimento, abandonando posicionamentos mecânicos e passivos do processo de ensino-aprendizagem. Como é observado dentro dos Parâmetros Curriculares de Ensino Médio (PCNEM) para o ensino de Química.

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos (BRASIL, 2002a, p. 85).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 127), muitos professores da área de Ciências ainda permanecem “insistindo na memorização de informações isoladas, acreditando na importância dos conteúdos tradicionalmente explorados e na exposição como forma principal de ensino”. O que pode ser consequência de desconhecimento do tema por parte do professor, como menciona Braathen (2012, p. 65) “é preciso reconhecer que os professores ensinam conteúdos que eles mesmos não sabem”, além de apresentarem carência de conhecimentos pedagógicos e didáticos para ensinar em sala de aula.

Por estas razões, a formação inicial de professores até hoje é objeto de críticas por não atender suficientemente as necessidades da sociedade brasileira e por não acompanhar as modificações políticas, sociais, culturais e econômicas, as quais concomitantemente, mudam as exigências da formação dos professores (HYPOLITTO, 2009; OLIVEIRA, et al., 2012). Portanto, de acordo com Vieira (2012), necessita-se de espaços que fortaleçam a formação de professores, que envolvam pesquisadores, alunos de licenciatura e professores das escolas.

Somente com essa conexão entre os professores-pesquisadores das universidades, os professores da escola e os alunos de licenciatura, tanto nos estágios quanto nas pesquisas, é que se acabará com o distanciamento entre as contribuições da pesquisa em ensino de química e os professores de química das escolas, obtendo, assim, substancialmente a melhoria em sala de aula. Com essa interação profissional os conhecimentos teóricos e práticos se tornarão mais integrados e os problemas e aspectos ligados ao ensino de química no ensino médio serão minimizados (VIEIRA, 2012, p. 19).

Nessa perspectiva, apresentamos neste trabalho uma proposta de ensino-aprendizagem intitulada “*Bioquímica na escola*”, como estratégia didática planejada e organizada por professores em formação inicial, como forma de articular pesquisa-universidade-escola, contribuir no fortalecimento dos conhecimentos pedagógicos e didáticos e favorecer a aprendizagem significativa de conteúdos de Química em sala de aula.

Para tal, utilizou-se as ideias da aprendizagem significativa de Ausubel (1978), o qual considera a aprendizagem significativa importante no processo educativo, dado que, é a forma humana por excelência para construir ideias e conhecimentos em qualquer campo do saber, de maneira não-arbitrária e não-substancial. Procuramos valorizar os *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva do professor em formação inicial e dos estudantes do ensino médio, para o ensino-aprendizagem dos conteúdos abordados nas diferentes intervenções. Para além da abordagem conceitual, auxiliar na construção do conhecimento e habilidades do domínio cognitivo, por meio de situações de aprendizagem que orientem a realização de certos objetivos, entre elas, situações reais que podiam ser relacionadas ao contexto do estudante.

Pelas razões manifestadas a questão que impulsiona esta pesquisa é: **Como a implementação de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, pode favorecer a aprendizagem significativa da Bioquímica Orgânica no ensino médio?**

Esta pesquisa está orientada pelos seguintes objetivos a serem alcançados durante o desenvolvimento da dissertação. Como objetivo geral, buscamos favorecer a aprendizagem significativa de bioquímica orgânica<sup>1</sup>, por meio de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, para estudantes da 3ª série do ensino médio.

Como objetivos específicos temos:

- Identificar o modelo epistemológico adotado pelos professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Maria.

- Elaborar uma sequência didática para o ensino de bioquímica orgânica de forma teórica e experimental com professores em formação inicial, utilizando os objetivos de aprendizagem conforme a Taxonomia de Bloom revisada.

- Aplicar em uma turma da 3ª série do ensino médio uma sequência didática para o ensino de bioquímica orgânica.

- Contribuir no fortalecimento dos conhecimentos pedagógicos e didáticos dos professores em formação inicial.

- Identificar o tipo de aprendizagem favorecido sobre o tema de ensino bioquímica orgânica e as habilidades cognitivas fortalecidas nos estudantes da 3ª

---

<sup>1</sup> Neste trabalho o termo Bioquímica Orgânica se refere ao estudo das macromoléculas orgânicas: carboidratos, proteínas e lipídeos.

série do ensino médio, utilizando como instrumento um questionário final baseado na Taxonomia de Bloom revisada.

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos, os quais serão apresentados a seguir sequencialmente de maneira resumida.

No primeiro capítulo, intitulado “*Aprendizagem Significativa*”, apresentamos um referencial teórico de caráter pedagógico, que aborda a aprendizagem significativa, os tipos e formas, as condições para ser favorecida em sala de aula e as contribuições dentro da formação inicial de professores. Além disso, apresenta-se a Taxonomia de Bloom e suas revisões, como estratégia para alcançar a aprendizagem significativa em sala de aula a partir do favorecimento indutivo de habilidades do domínio cognitivo.

No segundo capítulo, “*Bioquímica Orgânica*” foram abordados os conteúdos científicos ou disciplinares que sustentaram a pesquisa e que seriam trabalhados em sala de aula, tais como: carboidratos, proteínas e lipídeos.

O capítulo três, o qual foi nomeado como “*Bioquímica na Escola*”: *Uma Sequência Didática para o Ensino – Aprendizagem da Química*”, descreve as diferentes metodologias de ensino, utilizadas nesta pesquisa na elaboração da sequência didática, como estratégias para construir o conhecimento de forma significativa e favorecer diferentes habilidades do domínio cognitivo.

No capítulo quatro, “*Procedimentos Metodológicos da Pesquisa*” apresentamos os contextos no qual foi desenvolvida a pesquisa (Universidade/Escola), os sujeitos envolvidos em cada fase (Professor em Formação Inicial/Estudantes de terceira Série de Ensino Médio) e os instrumentos utilizados para a coleta de dados. Assim como, apresenta-se de forma detalhada as intervenções aplicadas nos diferentes contextos, descrevendo o desenvolvimento de cada intervenção, o tempo, os materiais e as metodologias de ensino utilizadas.

No capítulo cinco “*Análise e Discussão dos Resultados*”, foram realizadas as respectivas discussões utilizando Análise Textual Discursiva (ATD) dos resultados obtidos em de cada fase, a partir dos instrumentos de coleta de dados.

Por último, as “*Considerações Finais*”, na qual apresentamos as nossas considerações a respeito dos resultados e análises das intervenções, a articulação dos resultados com os objetivos previamente elaborados para determinar se estes foram alcançados, bem como, as perspectivas futuras e as contribuições detectadas com o desenvolvimento da pesquisa.



## CAPÍTULO 1 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo do sujeito são considerados objeto de investigação por diferentes profissionais da área. No entanto, as primeiras investigações sobre como o sujeito aprende, foram feitas por “psicólogos, professores ou outros pesquisadores, que não trabalhavam com a educação, os quais investigaram problemas diferentes dos encontrados na aprendizagem que se dá em sala de aula” (AUSUBEL, 1978, p. 24, tradução nossa). Com os resultados obtidos nestas investigações, foi possível a elaboração de teorias da aprendizagem as quais remetem às maneiras como um sujeito aprende, diferente das teorias de ensino que se ocupam das metodologias que podem influenciar o sujeito para que aprenda (GAGE, 1964 apud Ibid., 1978). Além disso, com as investigações feitas foram propostos diferentes tipos de aprendizagem, que segundo Ausubel (1978) podem ser aprendizagem por recepção, descoberta, mecânica ou significativa, existindo entre estes tipos uma relação, dado que:

uma aprendizagem pode ser mais significativa ou mais mecânica; pode ser mais por recepção ou mais por descoberta; pode ser por recepção e significativa ou por recepção e mecânica; pode ser por descoberta e significativa ou por descoberta e mecânica (AUSUBEL, 1978, p. 37).

Nesta pesquisa o tipo de aprendizagem que abordaremos é a aprendizagem significativa, visto que “no que concerne à aprendizagem na sala de aula e os outros tipos de aprendizagens, é evidente que a aprendizagem significativa é mais importante” (Ibid., p. 41). Além disso, considera-se que atualmente favorecer a aprendizagem significativa com os estudantes, deve ser um objetivo a ser alcançado pelos professores dentro do processo de ensino – aprendizagem.

Mas, o que é a aprendizagem significativa? É uma teoria de aprendizagem proposta por David P. Ausubel no ano 1963, que vem sendo complementada por outros autores, cada um agregando sua visão, passando da visão inicial clássica até uma visão crítica desta teoria, descrita por Moreira (2005), conforme Quadro 1:

Quadro 1 – Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica

PERÍODO	AUTOR	VISÃO	DEFINIÇÃO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
1963	David Ausubel	Clássica	Interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e algum conhecimento prévio, relevante, o chamado <i>subsunçor</i> , existente na estrutura cognitiva do aprendiz.
1980 - 1990	Joseph Novak	Humanista	Conotação humanista que subjaz à integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz ao engrandecimento humano.
	Gowin	Interacionista social	Abordagem triádica (aluno – professor – Materiais educativos do currículo), na qual o processo ensino-aprendizagem é uma negociação de significados cujo objetivo é compartilhar significados a respeito dos materiais educativos do currículo.
	Johnson-Laird	Cognitiva contemporânea	Construção de modelos mentais a partir de conhecimentos que o indivíduo já tem em sua estrutura cognitiva e daquilo que ele percebe de uma nova situação (novo conhecimento), seja por percepção direta, descrição ou representação dessa situação.
1990 – 2000	Vergnaud	Complexidade e progressividade	Construção de campos conceituais através da interação entre situações-problema (novos conhecimentos) e os conceitos em construção.
	Maturana	Autopoiética	Interações perturbadoras entre a perturbação (novo conhecimento) e as explicações reformuladas pela experiência ( <i>subsunçores</i> ), que modificam a estrutura dos conhecimentos prévios sem alterar sua organização.
	Araújo e Veit	Computacional	Construção de representações mentais, que são representações internas com um certo grau de estabilidade, que podem modificar-se na medida em que incorporam novas informações.
2000	Moreira	Crítica	Integração que o sujeito faz entre os conhecimentos significativos e a sociedade de forma crítica, subversiva e antropológica.

Esta teoria se fundamenta de acordo Ausubel (1978), na construção de um novo conhecimento, a partir da interação não-arbitrária e não-literal com os conhecimentos prévios, diferente da aprendizagem mecânica que tem pouca ou nenhuma interação com conhecimentos já existentes. Isso quer dizer que o estudante precisa do conhecimento prévio relevante dentro de sua estrutura cognitiva para dar-lhe significado, como imagens, conceitos, símbolos ou contextos, ao contrário, não poderá obter uma aprendizagem significativa (MOREIRA et al., 2008). Para exemplificar, pode-se citar a aprendizagem da Bioquímica Orgânica. Se o aprendiz tiver conceitos já existentes, como: funções orgânicas (aldeídos, cetonas, aminas, etc.) em sua estrutura cognitiva, quando um novo conceito for apresentado, como carboidratos ou proteínas, este irá interagir com o já existente.

No entanto, não são necessários só os conhecimentos prévios para construir a aprendizagem significativa. Por isso, neste capítulo serão abordadas as condições, os tipos e as formas de aprendizagem significativa, a importância dos organizadores prévios, a aprendizagem significativa dentro da formação de professores e a utilização da Taxonomia de Bloom como estratégia para orientar a elaboração e aplicação de objetivos e atividades na sala de aula a fim de avançar de forma significativa na aprendizagem.

### 1.1. CONDIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa precisa, além dos conhecimentos prévios, de outras duas condições para sua construção: um material instrucional potencialmente significativo e a predisposição para aprender por parte do estudante.

Os conhecimentos prévios os quais são definidos por Ausubel (1978) como *conceito subsunçor* ou *subsunçor (subsumer)*, servem como ancoradouros para o novo conhecimento (Moreira et al., 2008) e são definidos por Castillo, Ramirez e Gonzalez (2013, p. 16, tradução nossa) como:

Construções pessoais, muitas delas guiadas pela percepção e a experiência dos estudantes em suas vidas diárias, algumas vezes, são fortes e conseqüentemente difíceis de modificar. Especialmente aquelas que estão ligadas a situações da vida cotidiana em que essas ideias são perfeitamente adequadas e formam parte de um modelo mental explicativo (CASTILLO, RAMIREZ E GONZALES. 2013, p. 16, tradução nossa).

Estes conhecimentos podem tanto favorecer o processo de ensino-aprendizagem quanto ser um obstáculo para o mesmo, motivo pelo qual é aconselhável que sejam identificados antes da aplicação de quaisquer atividades.

Na educação científica, como a química, não se pode pensar que os estudantes partem de um conhecimento zero (GIL, 1983), considerando que os mesmos aprendem não só na escola, mas também na vida diária, através de diferentes fontes de informação e de suas próprias experiências.

Além disso, os conhecimentos prévios são importantes para a elaboração e aplicação de materiais potencialmente significativos, em razão de iniciar ou continuar o processo de ensino fazendo uso dos *subsunçores* presentes na estrutura do aprendiz, como é mencionado por Ausubel (1978, p. 7). “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo”. Desse modo, o material instrucional potencialmente significativo, vai ser lógico quanto à natureza da estrutura cognitiva do estudante e quanto à natureza do material, por ser coerente e relacionável com subsunçores específicos de quem aprende e com os conteúdos a ensinar, de maneira não-arbitrária e não-literal, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011; RODRIGUEZ et al., 2010).

No entanto, ter os *subsunçores* necessários e o material instrucional potencialmente significativo não assegura a construção da aprendizagem significativa, se não são relacionados de forma substancial pelo estudante. A aprendizagem significativa segundo Ausubel (1978, p. 56, tradução nossa) “pressupõe que o estudante manifeste uma disposição para relacionar não arbitrária e sim substancialmente, o material novo com sua estrutura cognoscitiva”, do contrário, o processo de aprendizagem bem como seus resultados serão mecânicos e sem significado. Por isso, outra condição necessária é a atitude potencialmente significativa ou predisposição para aprender por parte do aprendiz (RODRIGUEZ et al., 2010), do contrário, a aprendizagem será mecânica (ou automática) por ser arbitrária ou literal (MOREIRA, 2011).

## 1.2. TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel, em sua teoria da aprendizagem significativa, distingue três tipos de aprendizagem: representacional, conceitual e proposicional, ou de representações, de conceitos e de proposições (MOREIRA et al., 2008).

A aprendizagem representacional é o tipo de aprendizagem mais básico e que segundo Ausubel (1978), depende das demais aprendizagens, que tem como função atribuir um significado (que pode ser uma palavra) a um símbolo (representação). No momento em que ocorre essa atribuição, os símbolos passam a significar para o indivíduo aquilo que suas referências significam (MOREIRA, 1999; RODRIGUEZ et al., 2010). Moreira, et al (2008, p. 27) exemplifica: “suponhamos que uma criança estabeleça uma relação significativa entre a palavra gato e aquele animal... Enquanto gato significar para ela apenas o mesmo animal, ela terá construído uma representação significativa”. Pode-se observar que, no exemplo, trata-se de uma criança, porque se considera que este tipo de aprendizagem se desenvolve durante a infância e ocorre principalmente por descobrimento.

O outro tipo de aprendizagem é a aprendizagem de conceitos, que consiste na relação do símbolo com atributos que definem eventos ou objetos (MOREIRA, 1999). Esta relação envolve sucessivos encontros com instâncias do conceito, abstração, indução, generalização dentro de uma classe e discriminação entre classes (MOREIRA, 2011). Continuando com o exemplo de Moreira et al (2008, p. 27), pode-se considerar uma aprendizagem de conceitos “quando a palavra gato significa não mais um animal específico, mas toda uma classe de animais, que compartilham certas regularidades no comportamento e nas características físicas”.

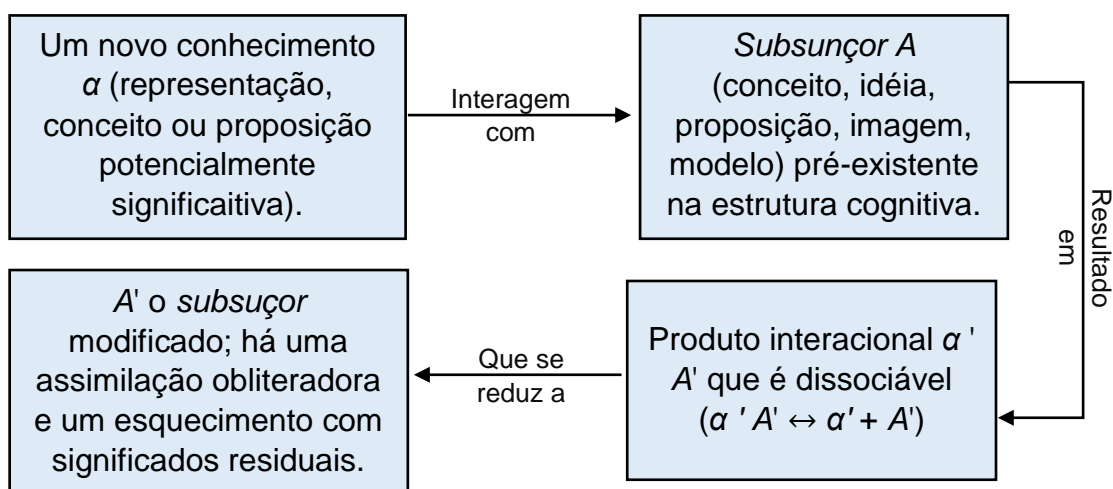
Por fim, a aprendizagem proposicional tem uma função comunicativa, portanto, expressa de forma verbal ideias por meio de conceitos em forma de uma proposição dando um significado coerente (MOREIRA, 1999; RODRIGUEZ et al., 2010). Moreira et al, (2008, p. 27) conclui que “o gato é um animal doméstico” é uma proposição elaborada, a partir da união dos significados dos conceitos que o compõem.

### 1.3. FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A interação com os conhecimentos prévios para a construção de novos conhecimentos pode ocorrer de três maneiras segundo Moreira et al, (2008): subordinada, superordenada e combinatória.

A aprendizagem subordinada (Figura 1) inicia quando a nova informação ( $\alpha$ ) tem uma interação com um *subsunçor* ( $A$ ) relevante preexistente dentro da estrutura cognitiva do estudante, gerando inicialmente, um produto interacional  $\alpha' A'$  que em seguida, passam por um processo de dissociação ( $\alpha' \leftrightarrow A'$ ), onde se faz a retenção de  $\alpha$  com seus significados específicos presentes na estrutura cognitiva, para assim, terminar com a assimilação obliteradora, modificando-se o subsunçor ( $A'$ ). Este  $A'$  terá novos significados, ficando mais rico e elaborado, diferente do  $\alpha$  inicial (MOREIRA et al., 2008; MOREIRA, 2011).

Figura 1 – Representação da aprendizagem significativa subordinada.



Fonte: (MOREIRA et al., 2008, p. 29).

É importante mencionar que o passo de  $\alpha$  a  $A'$  é um processo denominado por Moreira et al, (2008) como um processo de “negociação”, onde o “professor apresenta, negocia, facilita a captação de significados denotativos, mas o aprendiz utiliza também significados pessoais para discriminar entre significados” (Ibid., p. 30), o que leva à diferenciação progressiva do conceito *subsunçor*.

A aprendizagem superordenada é uma reorganização cognitiva que se dá quando o estudante consegue relacionar o conhecimento novo não só de forma

subordinada com um *subsunçor* específico existente na estrutura cognitiva. Ou seja, o estudante utiliza outros conhecimentos para fazer relações horizontais ou cruzadas, gerando novas hierarquias ou modificando as já existentes em sua estrutura cognitiva (Ibid., p. 32), considerando-se uma integração cognitiva ou reconciliação integrativa.

Por último, a aprendizagem combinatória, que não guarda uma relação específica com a subordinada ou superordenada. Isto significa que “a nova informação interage não com um subsunçor específico, mas com o conhecimento prévio mais amplo do sujeito em um certo campo de conhecimentos” (Ibid., p. 33).

#### 1.4. IMPORTÂNCIA DOS ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Conforme descrito no decorrer deste capítulo, é importante na construção do novo conhecimento a identificação e utilização dos *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva do estudante. No entanto, o que o professor deve fazer quando os *subsunçores* não existem? Isso não significa que os estudantes têm um conhecimento zero, pois sua construção do conhecimento inicia desde criança. Porém, o que pode ocorrer é que o estudante tenha falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes para a aprendizagem de um novo conhecimento (MOREIRA, 2012). Para responder a essa pergunta, Ausubel (1978) faz referência à utilização de organizadores prévios como estratégia que auxilia os professores a “manipular” a estrutura cognitiva já existente nos estudantes.

Estes organizadores são considerados como “âncoras provisórias” para a nova aprendizagem e levam ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente” (MOREIRA, 2012, p. 2), que de acordo com Ausubel (1978, p. 179, tradução nossa) tem como principal função “superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada”.

Os organizadores prévios são materiais introdutórios de tópicos específicos, o que significa que são apresentados em um nível alto de abstração, generalidade e inclusividade antes do material instrucional potencialmente significativo (AUSUBEL, 1978). É importante que estes organizadores sejam diferenciados de pseudo-

organizadores, antes de serem elaborados e apresentados, dado que os dois são organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa, mas os pseudo-organizadores abordam vários tópicos (AUSUBEL, 1980 apud MOREIRA, 2012, p. 4, tradução nossa). Além disso, é importante mencionar que os organizadores prévios não são uma visão geral, um resumo ou um sumário, pois dão mais importância ao conteúdo e não à elaboração de ideias ou conceitos que sejam pertinentes para a aplicação do material significativo. Contudo, podem ser utilizados na aplicação de perguntas, situações-problema, filmes, leituras introdutórias e simulações (BARRIGA e HERNANDEZ, 1999; MOREIRA, 2013).

Existem dois tipos de organizadores prévios que “podem tanto fornecer ‘ideias-âncora’ relevantes para aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem” (MOREIRA, 2012, p. 2, tradução nossa), os organizadores expositivos e os organizadores comparativos.

Os organizadores expositivos são utilizados quando o material é completamente desconhecido (não é familiar) pelo estudante e portanto não possui os subsunçores para sua aplicação (AUSUBEL, 1978), promovendo a utilização de conceitos, ideias, proposições ou termos familiares de outras áreas de conhecimento para servir de “ponto de ancoragem inicial” (MOREIRA, 2012; MOREIRA, 2013). Um exemplo deste organizador, foi o primeiro estudo de Ausubel em 1960, no curso de Psicologia Educacional da Universidade de Illinois, para a aplicação de um texto das propriedades metalúrgicas do aço-carbono.

Utilizou-se um organizador, do tipo expositivo, que foi apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que o próprio material de aprendizagem posterior, onde foram enfatizadas as principais diferenças e similaridades entre metais e ligas metálicas, suas respectivas vantagens e limitações e as razões de fabricação e uso de ligas metálicas. Este material tinha a finalidade de fornecer ancoragem para o texto subsequente e relacioná-lo à estrutura cognitiva dos alunos (MOREIRA, 2012, p. 3, tradução nossa).

Os organizadores comparativos são relativamente familiares, devido aos estudantes já possuírem conceitos ou proposições na estrutura cognitiva que podem servir a eles na integração ou discriminação de novos conhecimentos (AUSUBEL, 1978; MOREIRA, 2012; MOREIRA, 2013). Um exemplo é o trabalho de Ausubel e Fitzgerald, em 1961, onde o material de aprendizagem era um texto de budismo.



Como os sujeitos envolvidos já tinham algum conhecimento sobre o cristianismo, foi utilizado um organizador comparativo que apontava explicitamente as principais diferenças e similaridades entre o budismo e o cristianismo. Esta comparação foi feita em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que no material de aprendizagem e tinha a finalidade de aumentar a discriminabilidade entre estes dois grupos de conceitos (MOREIRA, 2012, p. 3, tradução nossa).

É importante mencionar que nem todos os materiais introdutórios servem como organizadores prévios. Estes materiais devem: “identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva explicando a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material, dar uma visão geral do material e prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar o novo conhecimento” (Ibid., p. 3). Por esta razão, Barriga e Hernandez (1999, p. 94, tradução nossa) dão recomendações para a elaboração dos organizadores prévios: não elaborar introduções de forma geral ou resumos, utilizar informação ou vocabulário familiar, não elaborar organizadores extensos e utilizar ilustrações, representações ou gráficos quando o texto é complexo.

Além disso, Ausubel (1978, p. 179, tradução nossa) recomenda elaborar um organizador para cada unidade nova do material, para que desta maneira o estudante possa ter uma visão geral do material antes de sua aplicação e o professor consiga apresentar elementos para o conteúdo a ser abordado em cada unidade.

## 1.5. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E FORMAÇÃO DOCENTE

Em sala de aula, muitos professores ensinam da maneira como eles foram ensinados, o que faz com que os métodos de ensino não se diferenciem dos que eram conhecidos pelos estudantes anos atrás (RODRIGUEZ, CABALLERO e MOREIRA, 2011). A aprendizagem significativa requer que isso mude e que os docentes tenham os conhecimentos não só da área a ensinar, mas também de como ensinar os conteúdos para que sejam aprendidos de forma significativa.

Por isso, é importante perguntar às universidades que formam professores: estas auxiliam os professores em formação inicial à elaboração e aplicação de metodologias para ensinar e obter uma aprendizagem significativa? Além de obter outras habilidades como pensamento crítico, formação de cidadãos, resolução de problemas, entre outras, que serão utilizadas dentro do contexto do estudante.

A aprendizagem significativa é um objetivo a ser alcançado proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), desde o ano 1998 no ensino de ciências, ao mencionar que “o processo de ensino e aprendizagem na área de Ciências Naturais pode ser desenvolvido dentro de contextos social e culturalmente relevantes, que potencializam a **aprendizagem significativa**” (BRASIL, 1998, p. 28, grifo nosso). Depois, em 2002, conforme os PCNEM+:

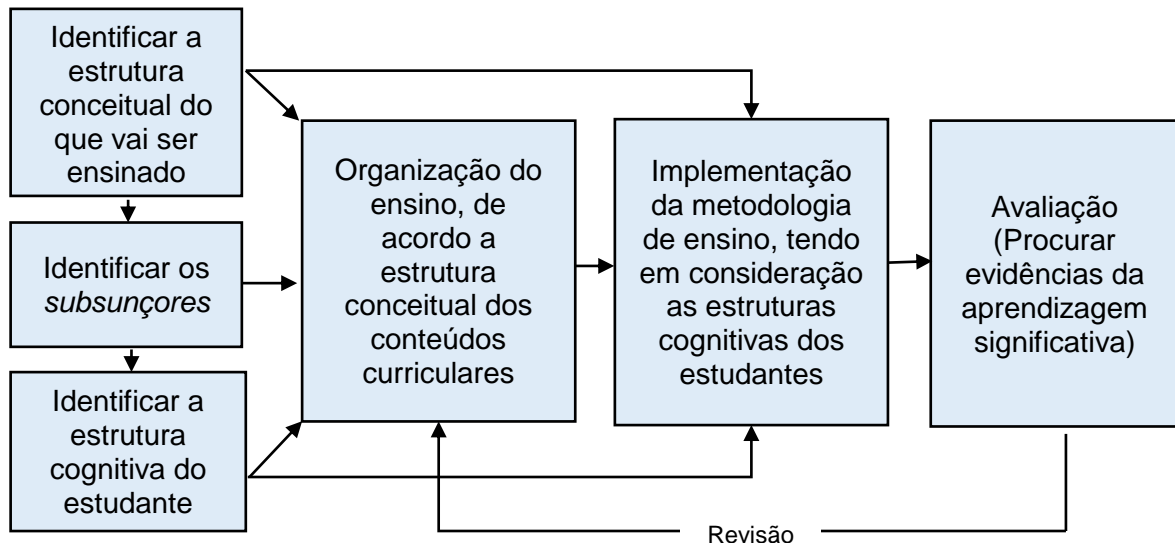
A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, **de forma integrada e significativa**, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola (BRASIL, 2002a, p. 87, grifo nosso).

Finalmente, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM), de 2006, enfatizam que: “a simples transmissão de informações não é suficiente para que os alunos elaborem suas ideias de **forma significativa**” (BRASIL, 2006, p. 123, grifo nosso).

Além disso, a aprendizagem significativa faz parte do discurso dos professores para justificar a elaboração de metodologias de ensino, a partir das quais alguns educadores só consideram suficientes selecionar conteúdos e encontrar uma técnica para desenvolver na aula, devido ao fato de não conhecerem as condições para conseguir uma aprendizagem significativa, o que Ausubel considera um problema. É necessário que a elaboração das metodologias seja organizada não exatamente da mesma maneira que os conteúdos são organizados dentro dos livros didáticos, porque os livros não apresentam as estruturas mentais dos estudantes, suas ideias, crenças, necessidades e interesses (MENDEZ, 1993).

Por isso, Rodriguez, Caballero e Moreira (2011), propõem como tarefas que os professores determinem a estrutura conceitual do que vão ensinar e identifiquem os conceitos *subsunçores* na estrutura cognitiva do estudante, antes de iniciarem qualquer metodologia de ensino. Tais tarefas têm o objetivo de organizar os conteúdos, implementar a metodologia elaborada e por último avaliar os resultados obtidos com a aplicação, conforme Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Modelo para organizar, implementar e avaliar o processo de ensino para conseguir uma aprendizagem significativa.



Fonte: Adaptação de Rodriguez, Caballero e Moreira (2011, p. 78, tradução nossa).

Por tudo isto, recomenda-se aos professores em formação inicial e aos professores que já exercem sua função, princípios para o desenvolvimento da aprendizagem significativa, propostos por Diaz e Hernandez (2002, apud Rodriguez, Caballero e Moreira, 2011, p. 73, tradução nossa), que são:

1. A Aprendizagem é facilitada quando os conteúdos são apresentados aos estudantes de forma organizada, com uma sequência lógica e psicológica apropriada.
2. Os conteúdos escolares devem ser apresentados em forma de sistemas conceituais (esquemas de conhecimentos) organizados, inter-relacionados e com uma hierarquia.
3. A utilização dos conhecimentos e experiências prévias que o aprendiz possui na estrutura cognitiva, facilita os processos da aprendizagem significativa dos novos materiais de estudo.
4. Estabelecer “pontes cognitivas” que podem orientar os estudantes a organizar e interpretar de forma significativa o conhecimento.
5. Os conteúdos aprendidos de forma significativa por recepção ou descobrimento são mais estáveis e menos vulneráveis ao esquecimento.
6. Estimular a motivação e participação ativa do estudante para aumentar o significado potencial dos materiais acadêmicos.

Esta pesquisa reconhece a importância de ensinar aos professores em formação inicial a elaboração de metodologias de ensino para favorecer e/ou fortalecer a aprendizagem significativa, ultrapassando metodologias tradicionais que ainda são utilizadas. Para tal, são participantes desta pesquisa estudantes do grupo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de química na construção dos materiais significativos.

O grupo PIBID, de acordo com o mencionado pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Níveis Superior (CAPES) do Ministério da Educação “é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica” (BRASIL, 2008), promovendo aos professores em formação acadêmica o desenvolvimento de diferentes atividades didáticas – pedagógicas, orientados por um docente da licenciatura a que o estudante pertence e um docente da escola onde é feita a aplicação das atividades. Os objetivos específicos de criar o grupo PIBID são nomeados pela CAPES:

1. Incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica;
2. Contribuir para a valorização do magistério;
3. Elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
4. Inserir os licenciados no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem;
5. Incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como conformadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e
6. Contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura (BRASIL, 2008).

O grupo PIBID da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) iniciou suas atividades em outubro de 2009, com subprojetos na área de Ensino de Física, Química, Biologia, Matemáticas e Ciências. E em abril de 2010 iniciaram-se atividades do segundo grupo PIBID, das áreas Artes Visuais, Educação Física, Filosofia, História e Pedagogia (BRAIBANTE e MACHADO, 2012). No caso do grupo PIBID de química

Foi desenvolvido tendo como base a compreensão da química como ciência em alguns níveis de aprendizagem – como no ensino médio e superior – por meio da transposição de conhecimentos básicos ministrados em sala de aula para o cotidiano dos estudantes (BRAIBANTE e MACHADO, 2012, p. 168).

Este grupo trabalha na construção de metodologias de ensino como oficinas temáticas, experimentação investigativa, temas geradores, três momentos pedagógicos, jogos didáticos, estudos de caso, entre outros, fazendo com que os professores em formação inicial do curso de Química Licenciatura sejam participantes na elaboração e aplicação de materiais e fortaleçam suas concepções pedagógicas e didáticas antes de exercerem sua função. Alguns exemplos de trabalhos desenvolvidos dentro do grupo PIBID de química, aplicados nas escolas e apresentados em diferentes congressos de ensino, são: “Será que há Química no chocolate?”, uma oficina desenvolvida pelo PIBID-Química-UFSM (REIS et al., 2012); Atividades experimentais envolvendo Densidade e solubilidade (KLEIN et al., 2013); Investigação da adulteração do leite e sua composição química, através de oficina temática (SULZBACH et al., 2014) e Bingo da Atmosfera: Um jogo didático para o Ensino de Química (RAMOS et al., 2015).

#### 1.6. TAXONOMIA DE BLOOM COMO ESTRATÉGIA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para a ciência como a biologia, o termo taxonomia procura identificar, delimitar e classificar as espécies (BARRIENTOS, 2003). No caso da pedagogia, que é uma ciência que tem como objeto de estudo os processos de ensino – aprendizagem dentro da educação, a taxonomia é um modelo explicativo de como progredir na aprendizagem para obter uma aprendizagem significativa nos estudantes (SANTAELLA, 2012). A taxonomia, no âmbito pedagógico, iniciou-se como um projeto da Associação Norte Americana de Psicologia, reunida em Boston (USA) no ano de 1956, liderado por Benjamin Bloom. Bloom propôs uma taxonomia de domínios específicos de desenvolvimento da aprendizagem conhecida como a *Taxonomia de Bloom* ou *Taxonomia dos objetivos da educação*, indicando, a partir dela, um sistema de classificação para objetivos educacionais, com a finalidade de facilitar a comunicação entre docentes, docentes/estudantes, docentes/currículo e procedimentos de avaliação. Dado que, segundo Bloom, Hastings e Madaus (1975, p. 69, tradução nossa) “a falta de um procedimento sistemático operacionalizado como este, era responsável pela ambiguidade, a má interpretação e da conversação sem

comunicação que caracterizava a intenção dos educadores em compartilhar ideias sobre objetivos e avaliação”.

Por esta razão, a *Taxonomia de Bloom* é um sistema que orienta os professores como elaborar os objetivos de um processo de aprendizagem, no qual os estudantes adquiram novas habilidades e conhecimentos (BLOOM, HASTINGS e MADAUS, 1975). Além disso, a *Taxonomia de Bloom* é uma ferramenta que, de acordo com Bloom (1956, apud MARCHETI e VAIRO, 2010):

1. Padronizaria a linguagem sobre os objetivos de aprendizagem para facilitar a comunicação entre pessoas (docente, coordenadores etc.), conteúdos, competências e grau de instrução desejado;
2. Serviria como base para que determinados cursos definissem, de forma clara e particular, objetivos e currículos baseados nas necessidades e diretrizes contextual, regional, federal e individual (perfil do discente/curso);
3. Determinaria a congruência dos objetivos educacionais, atividade e avaliação de uma unidade, curso ou currículo;
4. Definiria um panorama para outras oportunidades educacionais (currículos, objetivos e cursos), quando comparado às existentes antes dela ter sido escrita (MARCHETI e VAIRO, 2010, p. 424).

Os domínios específicos de desenvolvimento nos quais se divide a *Taxonomia de Bloom*, são utilizados para analisar e/ou avaliar os aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores do estudante. Para o caso desta pesquisa, o domínio de desenvolvimento a ser favorecido é o domínio cognitivo que, segundo Marcheti e Vairo (2010, p. 422) é relacionado

(...) ao aprender, dominar um conhecimento. Envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidades e atitudes. Inclui reconhecimento de fatos específicos, procedimentos, padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual constantemente (MARCHETI e VAIRO, 2010, p. 422).

O domínio cognitivo se caracteriza por ter uma organização hierárquica indutiva do conhecimento, isto significa que o conhecimento inicia a partir de conceitos simples aos mais complexos (BLOOM, HASTINGS e MADAUS, 1975), para ter uma ordem lógica na construção do novo conhecimento: lógica com a estrutura cognitiva do estudante e lógica com os conteúdos a abordar. Esta organização hierárquica é elaborada por meio de níveis e categorias que são cumulativas e que tem uma relação de dependência com o anterior, como se observa no Quadro 2:

Quadro 2 – Níveis do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom.

NÍVEL	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
1	Conhecimento	Habilidade de lembrar elementos específicos e considerados como universais, como: formulas, palavras, fatos, datas, classificações, teorias, etc.
2	Compreensão	Habilidade para entender, interpretar e dar significado ao conhecimento.
3	Aplicação	Habilidade de usar o conhecimento (informações, métodos e conteúdos aprendidos) para resolver problemas.
4	Análise	Habilidade para fragmentar uma comunicação em seus elementos, identificando relações e princípios de organização.
5	Síntese	Habilidade de produzir uma comunicação única depois de fazer um esquema de ação. Reunindo, organizando e combinando elementos, partes, fragmentos, etc. para formar um “todo”.
6	Avaliação	Habilidade de julgar materiais e métodos a partir de critérios que podem ser determinados pelos estudantes ou proporcionados pelo professor.

Fonte: Adaptação de (AYALA et al., (2010, p. 56); BLOOM, HASTINGS e MADDAUS (1975, p. 408-409)).

As categorias que integram o domínio cognitivo na *Taxonomia de Bloom*, favorecem na construção da aprendizagem significativa dos estudantes e habilidades para resolver problemas, desde que o aprendiz tenha o compromisso e a predisposição para aprender como já mencionado nas condições da aprendizagem significativa. Porém, conduz os professores a “elaborarem um processo de aprendizagem que recorra aos diferentes níveis e que consiga que os estudantes alcancem o último nível da taxonomia” (SANTAELLA, 2012, p. 472, tradução nossa), para favorecer a aprendizagem em níveis superiores e não só os primeiros níveis da taxonomia (níveis baixos), pois, favorecerem uma aprendizagem mecânica.

Este domínio foi objeto ao longo do tempo de revisões, modificações e introdução de novas teorias, feitas por diferentes autores com conhecimento didático para o desenvolvimento deste na sala de aula, como os citados no Quadro 3.

Quadro 3 – Taxonomias da aprendizagem.

(continua)

<b>ANO</b>	<b>AUTOR (ES)</b>	<b>CATEGORIAS</b>
1956	BLOOM	Conhecimento Compreensão Aplicação Análise Síntese Avaliação
1988	BROUDY	Replicar Associar Aplicar Interpretar
2001	ANDERSON e COLABORADORES (revisão da Taxonomia de Bloom)	Lembrar Entender Aplicar Analisar Avaliar Criar
2003	FINK	Aquisição de conhecimentos Aplicação Dimensão humana Interesse e motivação Aprender a aprender
2004	SHULMAN	Implicação/Motivação Conhecimento/Compreensão Execução Reflexão Elaboração Compromisso
2005	WINGGINS e McTIGHE	Explicação Interpretação Aplicação Perspectiva Empatia Tomada de Consciência
2008	ANDREW CHURCHES (Articulação da revisão de Anderson e colaboradores e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC))	Lembrar Entender Aplicar Analisar Avaliar Criar



## Quadro 3 – Taxonomias da aprendizagem.

(conclusão)

ANO	AUTOR (ES)	CATEGORIAS
2013	KATHY SCHROCK (Articulação da revisão de Anderson e o modelo SAMR de Ruben Puentedura)	Substituição Aumento Modificação Redefinição

Fonte: (CHURCHES, 2009, p. 6; SANTAELLA, 2012, p. 471; SCHROCK, 2013, tradução nossa).

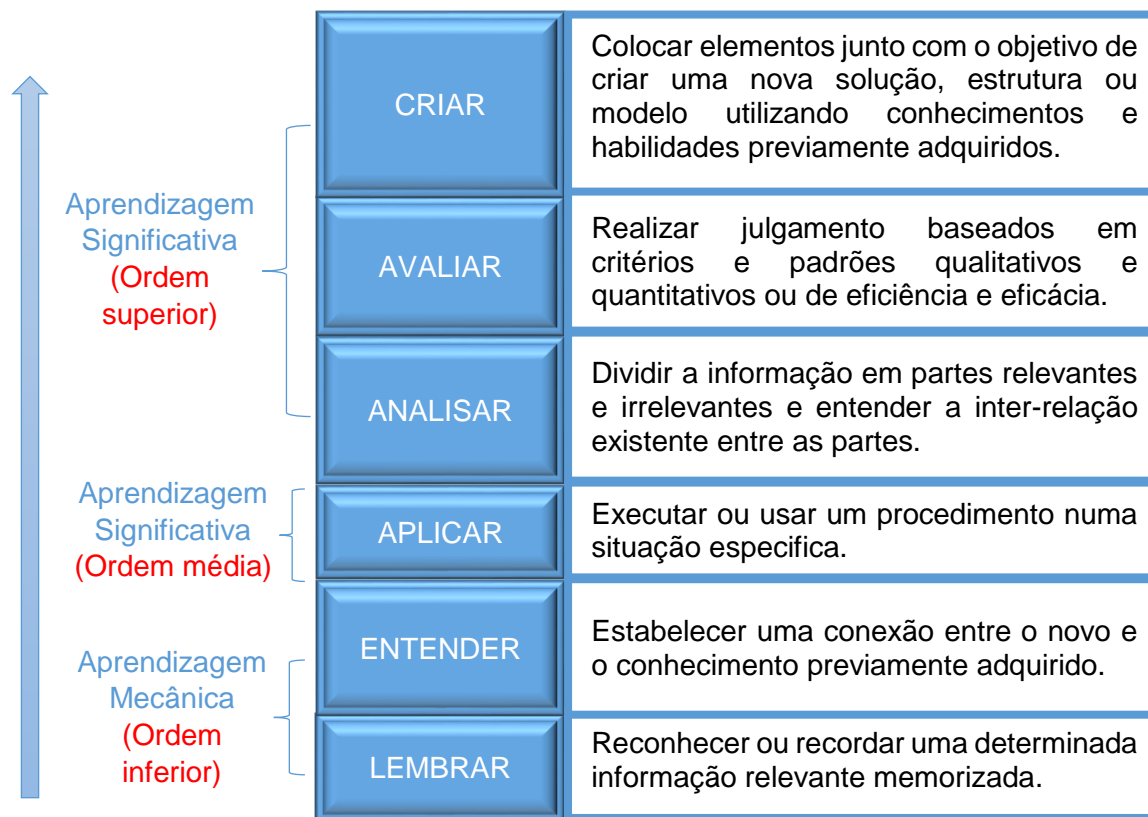
Para esta investigação utilizaremos as modificações da revisão do domínio cognitivo da *Taxonomia de Bloom* elaborada por Anderson e colaboradores em 1999, mas publicadas no ano de 2001 com o nome de “*A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*”, as quais são mencionas por Krathwohl (2002 apud MARCHETI e VAIRO, 2010, p. 427).

1. Os aspectos verbais utilizados na categoria conhecimento foram mantidos, mas esta foi renomeada para lembrar; compreensão foi renomeada para entender; e aplicação, análise, síntese e avaliação, foram alteradas para a forma verbal aplicar, analisar, sintetizar e criar, por expressarem melhor a ação pretendida e serem condizentes com o que se espera de resultado a determinado estímulo de instrução.
2. As categorias avaliação e síntese (avaliar e criar) foram trocadas de lugar.
3. O verbo e substantivo do objetivo foram separados em duas dimensões, nas quais os substantivos formariam a base para a dimensão conhecimento (o que/conteúdo) e verbo para dimensão relacionada aos aspectos cognitivos (como). Exemplo: Lembrar (verbo) as três leis de Newton (substantivos/conteúdo) (MARCHETI e VAIRO, 2010, p. 427).

Também serão utilizadas as categorias renomeadas da *Taxonomia de Bloom* (Figura 3) e os verbos de ação para cada um dos níveis (Quadro 4), os quais darão início aos objetivos de aprendizagem, que descrevem a ação pretendida que o estudante deve desenvolver durante ou ao final do processo de ensino e não os conteúdos a ser ensinados, caracterizando-se por não descrever uma meta a longo prazo (DILLMAN e RAHMLow, 1976).

Os verbos segundo Bloom, Hastings e Madaus (1975), orientam na definição dos resultados esperados ou objetivos de aprendizagem, na determinação da sequência de ensino dos conteúdos, os procedimentos e/ou atividades e procedimentos de avaliação que favorecerão a aprendizagem significativa.

Figura 3 – Taxonomia de Bloom proposta por ANDERSON, et al., 2001.



Fonte: Adaptação de MARCHETI e VAIRO (2010, p. 429).

Quadro 4 – Verbos de ação.

NÍVEIS	CATEGORIAS	VERBOS DE AÇÃO
1	Lembrar	Nomear, definir, numerar, reconhecer e lembrar.
2	Entender	Interpretar, exemplificar, classificar, resumir, inferir, comparar e explicar.
3	Aplicar	Implementar e executar.
4	Analisar	Diferenciar, organizar, comparar e estruturar.
5	Avaliar	Comprovar, formular hipóteses e experimentar.
6	Criar	Generalizar, planejar, elaborar e produzir.

Fonte: (LOPEZ, 2014, p. 3).

Para o caso da Química, Tikkanen e Aksela (2012) propõem exemplos de objetivos elaborados utilizando a *Taxonomia de Bloom* para cada categoria, apresentados no Quadro 5:

Quadro 5 – Taxonomia de Bloom aplicada no contexto da Química.

CATEGORIA	EXEMPLO
LEMBRAR	Reconhecer os símbolos dos elementos químicos.
ENTENDER	Exemplificar os compostos orgânicos. Classificar os diferentes carboidratos. Comparar os elementos da tabela periódica.
APLICAR	Implementar a lei dos gases ideais na resolução de problemas. Executar o processo de destilação.
ANALISAR	Identificar os principais elementos de um problema. Analisar artigos de investigação em química.
AVALIAR	Criticar os diferentes métodos químicos. Formular hipóteses para a solução de problema.
CRIAR	Planejar um método químico. Escrever um ensaio de química.

Fonte: (TIKKANEN e AKSELA, 2012, p. 260).

Além disso, a *Taxonomia de Bloom* tem sido utilizada na elaboração e/ou análise de questões de provas em algumas pesquisas, como: a análise das questões de provas aplicadas em disciplinas oferecidas pelo Departamento de Bioquímica da Universidade de São Paulo, indicando uma forte predominância de níveis cognitivos baixos e pouca representatividade de níveis cognitivos altos (KISIL, 2010) e a identificação dos processos cognitivos solicitados nas provas de química dos concursos vestibulares das universidades estaduais paulistas, encontrando-se que os processos cognitivos preferidos pertencem ao primeiro e segundo nível da Taxonomia (QUÍNTINO, 2010).

É evidente que a aprendizagem significativa é uma construção da qual participam de forma ativa o estudante e o professor. A *Taxonomia de Bloom* ajuda e/ou orienta o professor dentro dessa participação na elaboração de objetivos de aprendizagem e atividades que permitam o progresso da aprendizagem de forma indutiva, não-arbitraria e não-literal, levando em conta a estrutura cognitiva do estudante e suas necessidades. Nesse sentido, a *Taxonomia de Bloom* constitui uma estratégia para conseguir a aprendizagem significativa e incentivar a mudança de metodologias em sala de aula, para estimular o uso de capacidades maiores do estudante, que impliquem em fazê-lo ir muito além de lembrar.

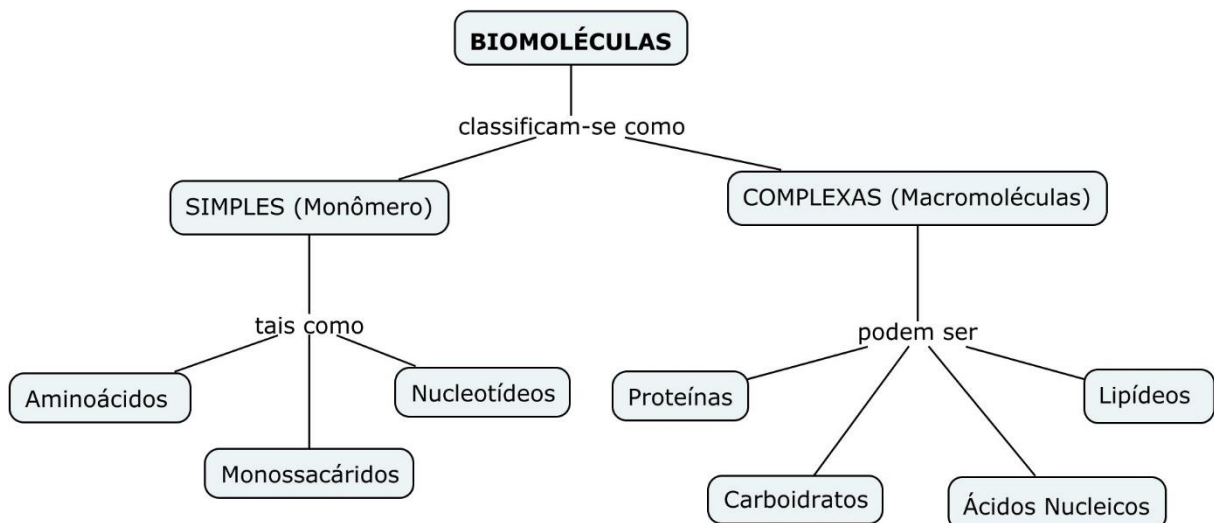


## CAPÍTULO 2 – BIOQUÍMICA ORGÂNICA

A bioquímica estuda a vida a um nível molecular, sendo por isso considerada “a química da vida”. Responde questões sobre os seres vivos, tais como: de que estão constituídos? Como funcionam? Como surgiram suas propriedades a partir de milhares de diferentes moléculas sem vida? Como as moléculas que os constituem interagem para manter e perpetuar a vida? Explicando as diferentes biomoléculas desde sua forma de molécula simples (monômero) até sua forma mais complexa (macromolécula) (NELSON e COX, 2006; PRATT e CORNELLY, 2012).

Este capítulo é dedicado à descrição dos conceitos que podem ser considerados a linguagem principal da bioquímica, como: biomoléculas, monômeros e macromoléculas, abordando as macromoléculas: proteínas, carboidratos e lipídeos (Figura 4). Os ácidos nucleicos, embora sejam considerados biomoléculas, não são indicados no estabelecido pelos PCNEM para a terceira série do ensino médio, portanto não serão abordados neste trabalho.

Figura 4 – Mapa conceitual da classificação das biomoléculas.



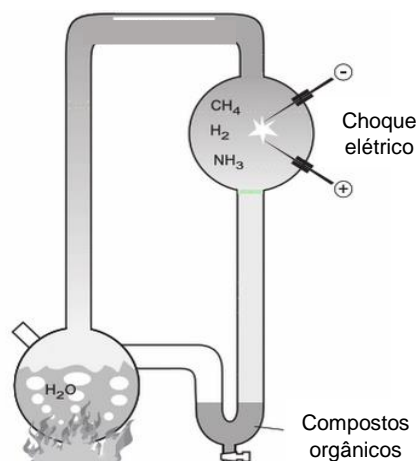
Fonte: Autores.

## 2.1. BIOMOLÉCULAS

As biomoléculas são moléculas orgânicas que constituem as células, formadas principalmente pelos elementos: carbono (C), nitrogênio (N), oxigênio (O) e hidrogênio (H) (GARRIDO et al., 2006), as quais surgiram em condições do *mundo prebiótico* segundo a teoria proposta no ano 1922 pelo bioquímico Aleksandr I. Oparin. A atmosfera primitiva da Terra era muito diferente da de hoje, por ser: altamente redutora em contraste com a atmosfera oxidante da atualidade e rica em metano (CH<sub>4</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), água (H<sub>2</sub>O) e hidrogênio (H<sub>2</sub>). Além disso, a teoria postula que esta atmosfera primitiva estava sujeita a descargas de energia elétrica provenientes de radiações solares e relâmpagos ou energia térmica proveniente dos vulcões (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004; NELSON e COX, 2006).

Esta teoria foi verificada em 1953 por Stanley Miller e Harold Urey no experimento clássico sobre a origem abiótica, apresentado na Figura 5, no qual submeteram uma mistura de H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>, conhecida como “*sopa primordial*” ou “*sopa pré-biótica*” a descargas elétricas por aproximadamente uma semana. Encontraram-se como produtos, compostos orgânicos hidrossolúveis, entre eles aminoácidos e outros compostos bioquimicamente significativos, que por processos evolutivos formaram compostos mais complexos como: ácidos nucleicos, proteínas, carboidratos e lipídeos (NELSON e COX, 2006; VOET, VOET e PRATT, 2014).

Figura 5 – Produção das biomoléculas: Experimento de Urey e Miller.

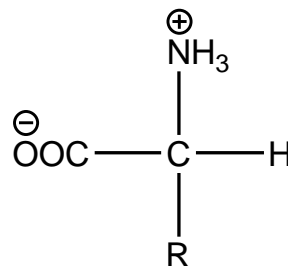


### 2.1.1. Proteínas

A alimentação foi objeto de pesquisa no início do século XIX, encontrando-se que “produtos naturais contendo nitrogênio eram essenciais para a sobrevivência dos animais” (VOET, VOET e PRATT, 2014, p. 76), atribuindo por isso o termo de proteínas (do grego *proteicos* = *primário*) para estes compostos orgânicos. As proteínas são encontradas em alimentos como: leite, ovos, frango, feijão, entre outros, os quais são consumidos pelos seres vivos, pois exercem funções importantes nos processos biológicos como: catalisadores enzimáticos, transportam outras moléculas, geram movimento, fornecem apoio mecânico, transmitem impulsos nervosos e controlam o crescimento e proteção imunitária (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

As proteínas são polímeros lineares compostos por unidades monoméricas denominadas aminoácidos ou  $\alpha$  – aminoácidos. Eles possuem em sua estrutura: um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino primário (-NH<sub>2</sub>) ligados covalentemente ao mesmo átomo de carbono (carbono  $\alpha$ ), um átomo de hidrogênio e um grupo *R* que corresponde a uma cadeia lateral (Figura 6). Ao variar o grupo R na estrutura dos aminoácidos, mudam suas características físico-químicas como tamanho, carga elétrica e solubilidade em água (NELSON e COX, 2006; VOET, VOET e PRATT, 2014).

Figura 6 – Estrutura dos aminoácidos.

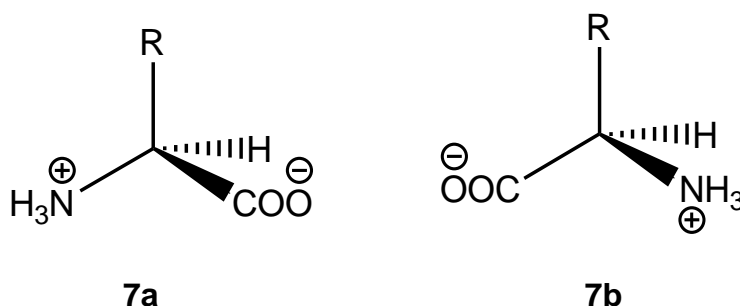


Fonte: Autores.

Os aminoácidos podem ser considerados moléculas quirais, devido ao arranjo tetraédrico e à presença de quatro grupos diferentes ligados ao átomo de carbono  $\alpha$ , exceto o aminoácido Glicina (*Gly*) por possuir em sua estrutura dois átomos de hidrogênios (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004; NELSON e COX, 2006). “Os quatro grupos diferentes podem ocupar arranjos espaciais únicos e, portanto, os aminoácidos têm dois possíveis estereoisômeros chamados de enantiômeros” (NELSON e COX, 2006, p. 75).

Os dois estereoisômeros são imagens especulares uma da outra, chamadas de isômero L e isômero D (Figura 7). No entanto, só os aminoácidos de isomeria L são os que constituem as proteínas com configuração S e não R (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Figura 7 – Isômeros L (7a) e D (7b) dos aminoácidos.



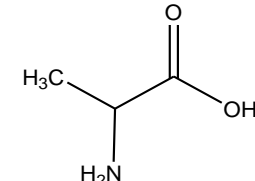
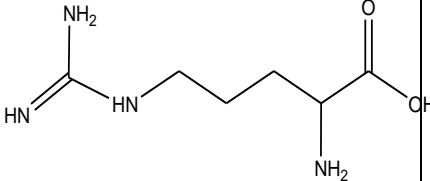
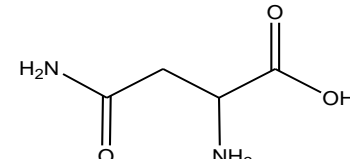
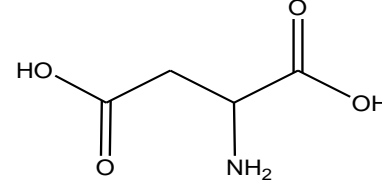
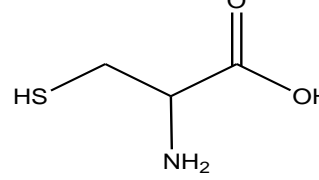
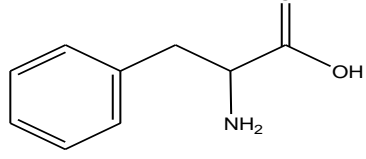
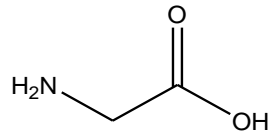
Fonte: Autores.

Existem vinte tipos de aminoácidos, variando em tamanho, forma, carga elétrica, capacidade de formação de ligações hidrogênio e reatividade química, os quais são ligados de maneira covalente em sequências lineares, sendo considerados como o alfabeto no qual a linguagem das estruturas proteicas são escritas (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004). O primeiro aminoácido descoberto foi a Asparagina (*Asn*), no ano 1806, no aspargo e o último descoberto dos vinte foi a Treonina (*Ter*) em 1938 (NELSON e COX, 2006). As estruturas destes e dos demais aminoácidos com suas correspondentes abreviações, são apresentados a seguir no Quadro 6:



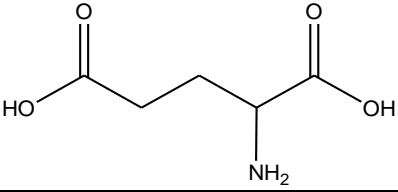
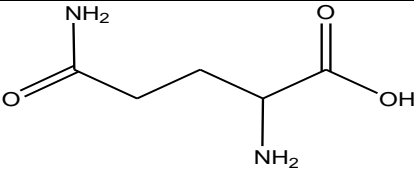
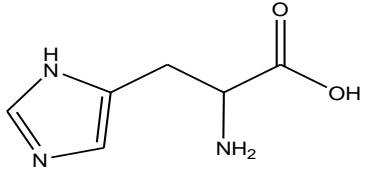
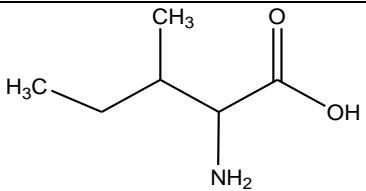
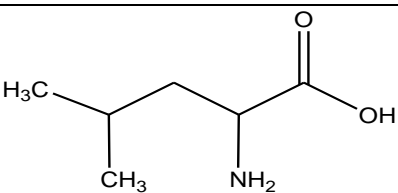
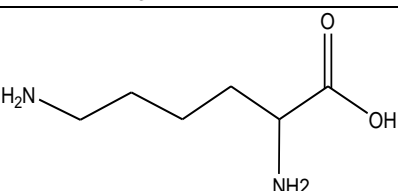
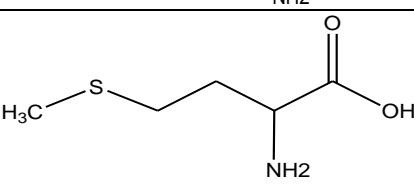
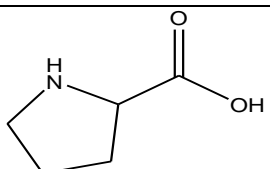
Quadro 6 – Estrutura e abreviação dos aminoácidos.

(continua)

AMINOÁCIDOS	ABREVIÇÃO COM TRÊS LETRAS	ABREVIÇÃO COM UMA LETRA	ESTRUTURA
Alanina	<i>Ala</i>	A	
Arginina	<i>Arg</i>	R	
Asparagina	<i>Asn</i>	N	
Aspartato	<i>Asp</i>	D	
Cisteína	<i>Cis ou Cys</i>	C	
Fenilalanina	<i>Fen ou Phe</i>	F	
Glicina	<i>Gli ou Gly</i>	G	

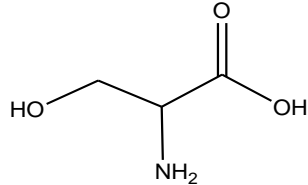
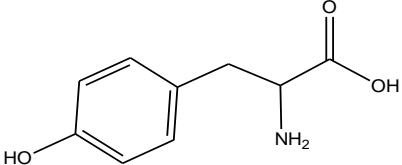
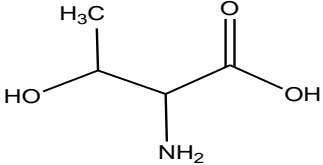
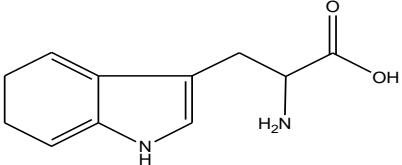
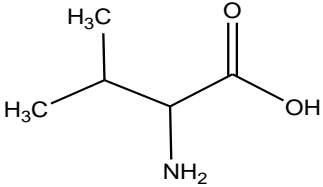
Quadro 6 – Estrutura e abreviação dos aminoácidos.

(continua)

AMINOÁCIDOS	ABREVIÇÃO COM TRÊS LETRAS	ABREVIÇÃO COM UMA LETRA	ESTRUTURA
Glutamato	<i>Glu</i>	E	
Glutamina	<i>Gln</i>	Q	
Histidina	<i>His</i>	H	
Isoleucina	<i>Ile</i>	I	
Leucina	<i>Leu</i>	L	
Lisina	<i>Lis ou Lys</i>	K	
Metionina	<i>Met</i>	M	
Prolina	<i>Pro</i>	P	

Quadro 6 – Estrutura e abreviação dos aminoácidos.

(conclusão)

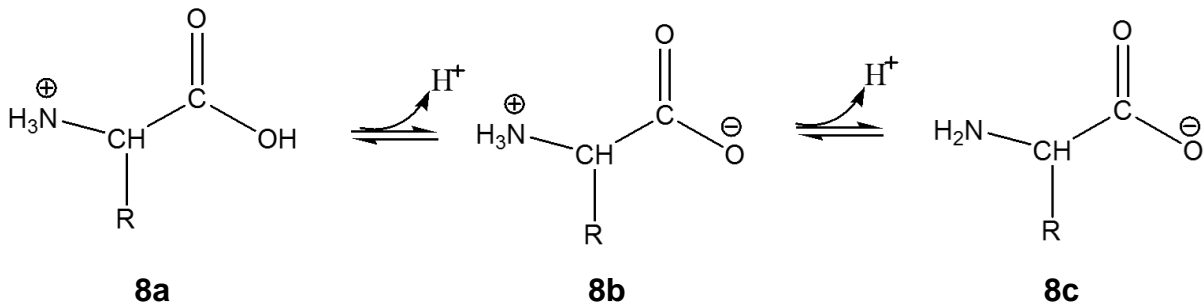
AMINOÁCIDOS	ABREVIÇÃO COM TRÊS LETRAS	ABREVIÇÃO COM UMA LETRA	ESTRUTURA
Serina	<i>Ser</i>	S	
Tirosina	<i>Tir</i> ou <i>Tyr</i>	Y	
Treonina	<i>Ter</i> ou <i>Thr</i>	T	
Triptofano	<i>Trp</i>	W	
Valina	<i>Val</i>	V	

Fonte: Autores.

Os aminoácidos, em um meio com pH neutro como a água, são predominantemente íons dipolares, conhecidos como *zwitterions* (em alemão “íon híbrido”). Uma estrutura *zwitterions* possui um grupo amina em forma de base ou de ácido conjugado ao ser receptora de um próton ( $-NH_3^+$ ) e a carboxila em forma de ácido ou base conjugada ao ser doadora de um próton ( $-COO^-$ ) (VOET, VOET e PRATT, 2014). Devido a sua natureza dupla, os aminoácidos são considerados anfóteros ou anfólitos. Em outros meios, com diferentes valores de pH, os aminoácidos adotam a forma de íon. Por exemplo, em soluções ácidas a amina está protonada ( $-NH_3^+$ ) e a carboxila não dissociada ( $-COOH$ ), ficando o aminoácido em forma de cátion, com carga elétrica +1. À medida que o pH é elevado, o ácido carboxílico perde um próton, pois seu *pKa* é próximo de 2, ficando o aminoácido em

sua forma de ânion com carga elétrica -1 (Figura 8) (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Figura 8 – Estrutura dos aminoácidos em forma de: cátion (8a); *zwitterion* (8b) e ânion (8c).



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 81).

Os aminoácidos podem ser classificados de acordo com suas propriedades físico-químicas, como:

1. Aminoácidos essenciais e não essenciais (Quadro 7): os aminoácidos essenciais são aqueles fornecidos obrigatoriamente pela dieta mediante a alimentação, pois o corpo não os sintetiza. Um exemplo é a Valina (*Val*) que tem como função regenerar os tecidos, melhorar o metabolismo muscular, manter o equilíbrio de nitrogênio no organismo e ajudar no processo de cicatrização. Por outro lado, os aminoácidos não essenciais são sintetizados pelo organismo, como a Prolina (*Pro*), o qual ajuda no fortalecimento de: músculos do coração, articulações e tendões, na produção de colágeno e na imunidade do organismo (GARCIA, 1983; NELSON e COX, 2006).

Quadro 7 – Aminoácidos essenciais e não essenciais.

AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS	AMINOÁCIDOS NÃO ESSENCIAIS
<i>His, Ile, Leu, Lis, Met, Fen, Ter, Trp e Val</i>	<i>Glu, Gln, Asn, Asp, Ala, Pro, Tir, Cis, Arg, Gli e Ser.</i>

Fonte: (MELO e CUAMATZI, 2007, p. 85).

2. Aminoácidos neutros, ácidos e básicos (Quadro 8): O grupo R presente na cadeia lateral dos aminoácidos pode ser ionizável ou não em soluções aquosas, adquirindo propriedades neutras quando não é ionizável, ou ácidas ou básicas, dependendo do pH da solução (MELO e CUAMATZI, 2007).

Quadro 8 – Classificação dos aminoácidos em: neutros, ácidos e básicos.

GRUPO R NÃO IONIZÁVEL	GRUPO R IONIZÁVEL	
	BÁSICOS	ÁCIDOS
<i>Gli, Ser, Trp, Val, Ter, Gln, Ala, Met, Asn, Leu, Pro, Fen e Ile.</i>	<i>Lis (Forte) Arg (Forte) His (Frac)</i>	<i>Ácido Glutâmico (Forte) Ácido Aspártico (Forte) Cis (Frac) Tir (Frac)</i>

Fonte: (MELO e CUAMATZI, 2007, p. 85).

3. Aminoácidos com grupos R polares e apolares (Quadro 9): um grupo R é hidrofílico quando é dissolvido com facilidade por moléculas de água, devido à presença em pH 7,00 de cargas elétricas positivas ou negativas de um grupo R ionizável (polar, com carga) ou pela presença de cargas parciais em ligações dipolo dos grupos R não ionizáveis (polar, sem carga) (MELO e CUAMATZI, 2007). Os grupos R apolares são considerados hidrofóbicos, pela ausência das características mencionadas anteriormente ou pela presença de ligações apolares (NELSON e COX, 2006).

Quadro 9 – Aminoácidos polares e apolares.

POLAR		APOLAR
COM CARGA	SEM CARGA	
<i>Lis, Asn, Arg, Gln, Ácido Glutâmico, Ácido Aspártico e His.</i>	<i>Ser, Ter, Cis e Tir</i>	<i>Gli, Val, Leu, Ile, Met, Ala, Fen, Trp e Pro.</i>

Fonte: (MELO e CUAMATZI, 2007, p. 85).

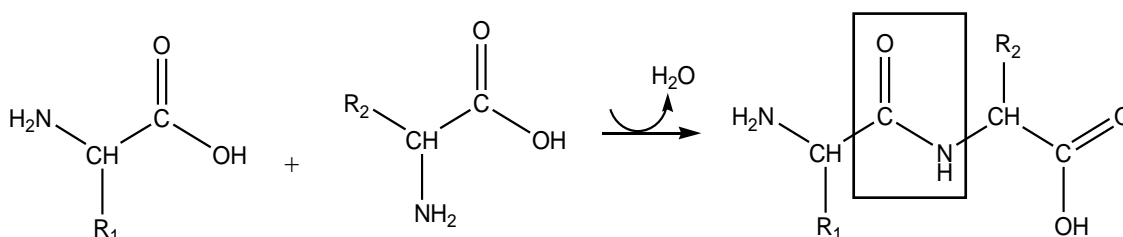
4. Aminoácidos com grupos R alifáticos: as cadeias laterais de alguns aminoácidos, por exemplo: *Ala, Gly, Leu, Ile* e *Val* são alifáticas, ou seja, não possuem cadeias laterais com estruturas aromáticas. Os aminoácidos alifáticos tendem a se agrupar dentro das proteínas, estabilizando a estrutura proteica por meio de interações hidrofóbicas (MELO e CUAMATZI, 2007; NELSON e COX, 2006).

5. Aminoácidos com grupo R aromático: são aromáticos os grupos R dos aminoácidos que têm cadeias fechadas ou cadeias cíclicas, como: *Fen*, *Tir* e *Trp*. Estes podem participar nas interações hidrofóbicas, embora, a *Tir* possa formar ligações de hidrogênio por causa do grupo hidroxila (OH<sup>-</sup>) e o *Trp* pelo nitrogênio do anel indólico (MELO e CUAMATZI, 2007; NELSON e COX, 2006).

6. Aminoácidos com cadeias laterais com hidroxila, nitrogênio ou enxofre: os aminoácidos com hidroxilas em sua estrutura são hidrofílicos, pois interagem com moléculas de água por ligações hidrogênio, como: *Ser*, *Ter* e *Tir*. O grupo de aminoácidos que possuem em sua molécula pelo menos um átomo de nitrogênio diferente do nitrogênio do grupo amino, é constituído por: *Asn*, *Gln* e *Trp*. Finalmente, no grupo dos aminoácidos com enxofre em sua estrutura estão: *Cis* e *Met* (MELO e CUAMATZI, 2007).

Os aminoácidos já mencionados são ligados covalentemente por uma ligação peptídica para formar o polímero linear da proteína (Figura 9). A ligação peptídica precisa da presença de dois aminoácidos, pois a união ocorre a partir de uma  $\alpha$ -carboxila de um aminoácido com um grupo  $\alpha$ -amina do segundo aminoácido, eliminando uma molécula de água (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004). A série de aminoácidos ligados chamados de resíduo, constituem uma cadeia peptídica ou polipeptídica, sendo esta cadeia considerada como a cadeia principal, arcabouço ou espinha dorsal da proteína (NELSON e COX, 2006). A cadeia peptídica tem características polares por ter extremidades diferentes ( $\alpha$ -amina em uma ponta e  $\alpha$ -carboxila na outra). Esta cadeia é propensa a formação de ligações hidrogênio, pois cada unidade contém um grupamento carbonila, que forma facilmente interações com o hidrogênio. A prolina embora não possua o grupo carbonila, possui um grupo NH, que favorece esta interação (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004, p. 55).

Figura 9 – Formação da ligação peptídica.



Fonte: (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004, p. 54).

As ligações peptídicas formam uma sequência de aminoácidos de uma proteína, constituindo sua estrutura primária. Esta descreve a linearidade e dimensionalidade de sua estrutura, além disso, determina a função da proteína (PEÑA et al., 2004). Outras estruturas mais complexas são as estruturas: secundárias, terciárias e quaternárias.

A estrutura secundária foi predita por Pauling e Corey em 1951, vários anos antes que a primeira estrutura proteica completa fosse elucidada, sendo esta estrutura formada quando o esqueleto polipeptídico gira em torno das ligações entre N – C $\alpha$  e C $\alpha$  – O, grupos polares que estão envolvidos na formação de ligações hidrogênio (NELSON e COX, 2006; PRATT e CORNELLY, 2012).

O arranjo mais simples que a cadeia polipeptídica da estrutura secundária pode assumir com suas ligações peptídicas rígidas, é uma estrutura helicoidal a qual foi nomeada por Pauling e Corey como  $\alpha$ -hélice (Figura 10). A estrutura  $\alpha$ -hélice é um esqueleto que gira ao redor de um eixo imaginário desenhado longitudinalmente no meio da hélice, cada giro possui 3.6 resíduos e se eleva 5.4 Å, ficando os grupos R dos resíduos fora do esqueleto helicoidal, formando-se três ou quatro ligações hidrogênio dentro da estrutura a cada giro entre o átomo de hidrogênio ligado ao átomo de nitrogênio eletronegativo de uma ligação peptídica e o átomo de oxigênio eletronegativo da carbonila (NELSON e COX, 2006; PRATT e CORNELLY, 2012).

No entanto, nem todos os polipeptídios formam a estrutura secundária  $\alpha$ -hélice, visto que, as diversas ligações presentes na cadeia lateral de aminoácidos podem estabilizar ou desestabilizar a estrutura. Alguns casos em que não é possível a formação da estrutura  $\alpha$ -hélice são mencionados por Nelson e Cox (2006, p. 120):

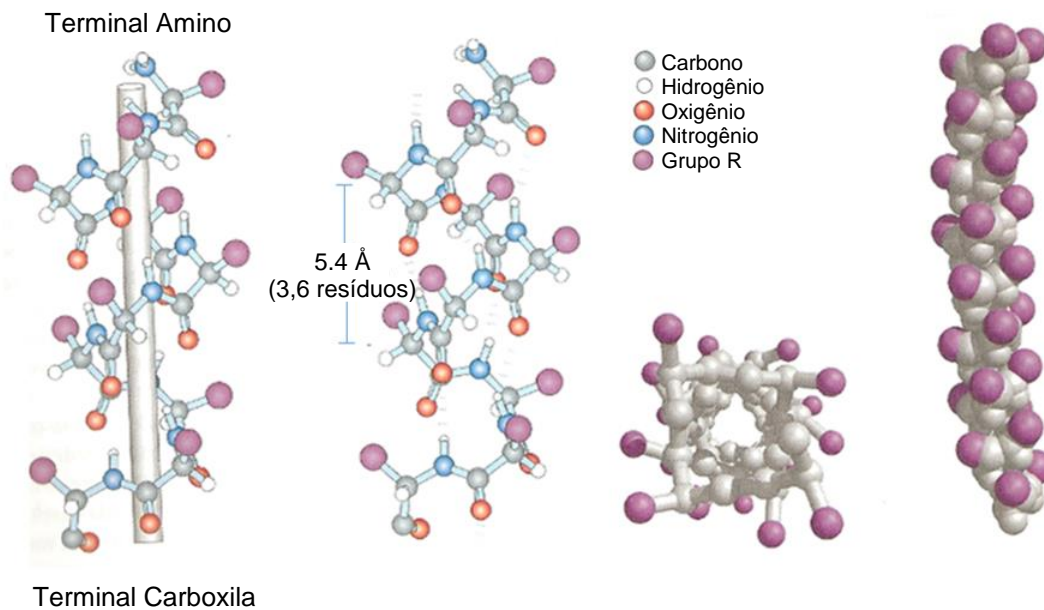
1. Repulsão eletrostática entre grupos com carga: este caso pode ser exemplificado com uma cadeia polipeptídica com segmentos que possuam resíduos de *Glu*. Esse segmento de cadeia não formará uma  $\alpha$ -hélice em pH 7,0, dado que os grupos carboxila carregados negativamente dos resíduos de *Glu* adjacentes repelem-se uns aos outros. O mesmo também acontece com os resíduos de *Lys* e *Arg*, sua diferença é que em pH 7,0 seus grupos R são carregados positivamente causando repulsão entre eles.

2. Volume e forma dos resíduos de aminoácidos: principalmente o volume e forma dos resíduos dos aminoácidos *Asn*, *Ser*, *Thr* e *Cys* desestabilizam a  $\alpha$ -hélice.

3. A ocorrência de resíduos de *Pro* e *Gly*: na prolina a rotação sobre a ligação N – C $\alpha$  não é possível, por ser uma ligação rígida tendo como consequência uma

torção em uma  $\alpha$ -hélice. Além disso, o N do resíduo de *Pro* não possui o substituinte hidrogênio para participar nas ligações peptídicas. No caso da *Gly* não ocorre o mesmo devido à sua maior flexibilidade de conformação em relação aos outros resíduos de aminoácidos.

Figura 10 – Modelos da  $\alpha$ -hélice.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 119).

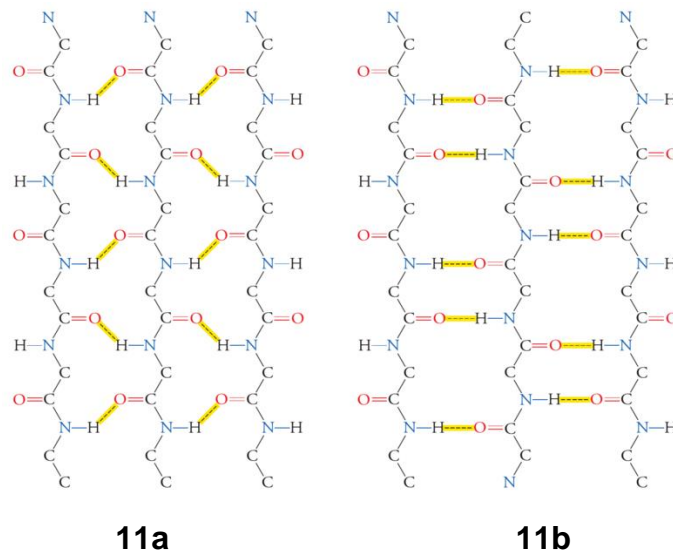
Além da estrutura  $\alpha$ -hélice, a estrutura secundária pode conter a conformação  $\beta$ , que é uma conformação mais estendida das cadeias polipeptídicas. Esta conformação foi determinada por Pauling e Core, utilizando os raios X (NELSON e COX, 2006), e foi denominada *folha pregueada  $\beta$*  devido a sua estrutura semelhante a uma série de folhas. A conformação  $\beta$  se caracteriza por possuir ligações de hidrogênio com cadeias vizinhas e por ter os grupos R dos aminoácidos adjacentes projetados na estrutura em forma de zigue-zague em direções opostas (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

A *folha pregueada  $\beta$*  pode classificar-se em: *folha pregueada  $\beta$  paralela* (cadeias na mesma direção) e *folha pregueada  $\beta$  antiparalela* (cadeias no sentido oposto), Figura 11. No caso do arranjo paralelo, o grupo NH de um aminoácido faz ligações hidrogênio com CO de outro aminoácido no filamento adjacente, enquanto o CO faz ligações com o NH do aminoácido a dois monômeros de distância ao longo da



cadeia. No arranjo antiparalelo os grupamentos NH e CO de cada aminoácido fazem respectivamente ligações hidrogênio com os grupamentos CO e NH da cadeia adjacente (NELSON e COX, 2006; PRATT e CORNELLY, 2012).

Figura 11 – Folha pregueada  $\beta$  paralela (11a) e Folha pregueada  $\beta$  antiparalela (11b).



Fonte: (PRATT e CORNELLY, 2012, p. 98).

A estrutura terciária das proteínas é uma organização da estrutura secundária e da cadeia lateral de aminoácidos em forma tridimensional, são formadas pelas ligações hidrogênio ou por ligações dissulfeto (MELO e CUAMATZI, 2007), e são divididas em dois grupos: proteínas fibrosas e globulares.

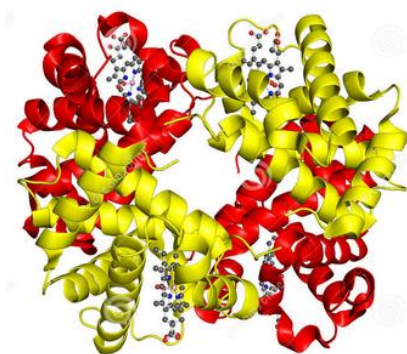
As proteínas fibrosas possuem cadeias polipeptídicas ligadas covalentemente arranjadas em longas fitas ou folhas, são consideradas insolúveis em água pela alta concentração de resíduos de aminoácidos hidrofóbicos, tanto no interior da proteína quanto na superfície (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004). Alguns exemplos de proteínas fibrosas são:  $\alpha$ -Queratina, a qual constitui quase todo o peso seco do cabelo, lã, unhas, pena e a maior parte da camada externa da pele, e o colágeno que é encontrado no tecido conjuntivo como os tendões, as cartilagens, a matriz orgânica dos ossos e a córnea do olho (NELSON e COX, 2006).

As proteínas globulares são estruturas de  $\alpha$ -hélice enroladas em forma de esfera, são solúveis na água ao contrário das proteínas fibrosas, dado que a cadeia peptídica se envolve de modo que suas cadeias hidrófobas fiquem dentro da estrutura

e que suas cadeias polares fiquem na superfície da estrutura. Um exemplo é a mioglobina, uma proteína que tem como função o transporte intracelular de oxigênio nos tecidos musculares (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Por último, as estruturas quaternárias das proteínas são organizadas em subunidades. Cada subunidade é uma cadeia polipeptídica separada, que pode ser ligada de forma covalente ou não covalente. Quando a estrutura quaternária possui subunidades idênticas são chamadas de oligômeros e, do contrário, se conhecem como protômeros. Um exemplo, dos protômeros é a hemoglobina (Figura 12), proteína formada por duas subunidades  $\alpha$  e duas subunidades  $\beta$ , que tem como função o transporte do oxigênio pelo sangue (NELSON e COX, 2006).

Figura 12 – Estrutura quaternária: Hemoglobina.



Fonte: (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004, p. 67).

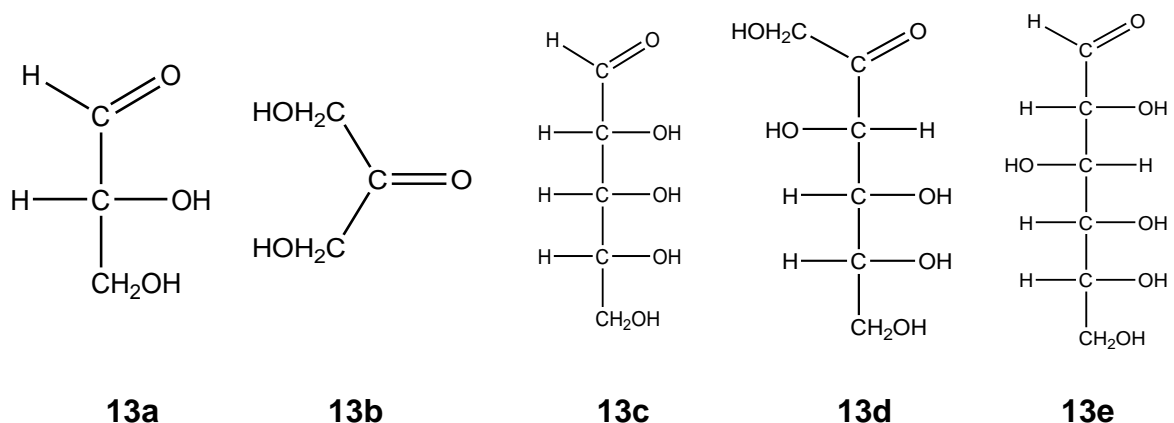
### 2.1.2. Carboidratos

Os carboidratos, também chamados de sacarídeos (palavra do grego *sakcharon*, que significa açúcar), glicídios ou hidratos de carbono podem ser considerados como as biomoléculas mais abundantes da terra, posto que, no processo de fotossíntese, por exemplo, estima-se que sejam convertidas 100 bilhões de toneladas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água em celulose e outros produtos vegetais (NELSON e COX, 2006). Além disso, os carboidratos também estão presentes nas estruturas das paredes celulares de bactérias e vegetais e no arcabouço estrutural do ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA) (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Os carboidratos são compostos que têm como características possuir em sua estrutura grupos hidroxilas e um grupo carbonila (aldeídico ou cetônico). No entanto, em sua forma cíclica, o grupo carbonila é substituído pela função orgânica éter. Estes compostos podem ser encontrados em alimentos como: frutas, verduras, cereais e tubérculos e podem ter diversas funções biológicas, entre elas: fonte e armazenamento de energia, intermediários metabólicos e estruturais (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004; GARCIA, 1983). Os carboidratos são classificados de acordo com seu tamanho em: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

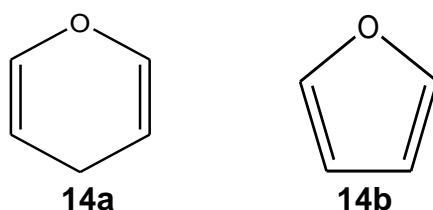
Os monossacarídeos ou oses são os compostos mais simples, constituídos por uma aldose (aldeído) ou por uma cetose (cetona) e um ou mais grupos hidroxila na molécula. Caracterizam-se por serem incolores, sólidos cristalinos, naturalmente solúveis em água, porém insolúveis nos solventes apolares e por terem um sabor doce (NELSON e COX, 2006). São cadeias carbônicas lineares que podem ser representadas pela projeção de Fischer (Figura 13), nas quais os átomos de carbono estão ligados covalentemente. A cadeia mais simples de carboidratos é composta por 3 carbonos, sendo chamada de triose, como o D-Gliceraldeído (**13a**) e a Diidroxiacetona (**13b**). Para os monossacarídeos com quatro, cinco, seis e sete átomos de carbono, as denominações são respectivamente: tetroses, pentoses, hexoses e heptoses. No caso das pentoses, tem-se como exemplo a D-Ribose (**13c**) e das hexoses a D-Frutose (**13d**) e a D-Glicose (**13e**) (NELSON e COX, 2006; VOET, VOET e PRATT, 2014).

Figura 13 – Projeção de Fischer dos monossacarídeos.



No entanto, nem todos os monossacarídeos são cadeias lineares ou abertas, a D-Ribose, D-Glicose, D-Frutose, entre outros, ciclizam na forma de Pirano (**14a**) pela ligação entre o carbono  $n=1$  (onde está situada a função orgânica aldeído) com o oxigênio da hidroxila do carbono  $n=5$  ou Furano (**14b**) pela ligação entre o carbono  $n=2$  (onde está situada a função orgânica cetona) com o oxigênio da hidroxila do carbono  $n=5$  (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

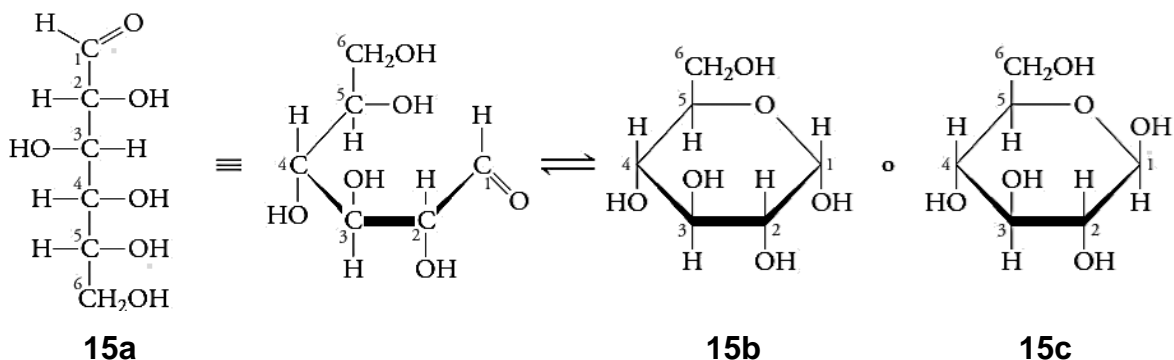
Figura 14 – Estrutura do: Pirano (14a) e Furano (14b).



Fonte: Autores.

Estes monossacarídeos cíclicos são representados pela projeção de Haworth, na qual os grupos que se localizam à direita de uma projeção de Fischer ficam na parte de baixo e os que se localizam à esquerda ficam na parte de cima (Figura 15). Nesse sentido, quando as hidroxilas ficam abaixo do plano do anel, define-se como  $\alpha$  (por exemplo a  $\alpha$ -D-Glicopiranoose) e quando está acima do plano define-se  $\beta$  (por exemplo  $\beta$ -D-Glicopiranoose).

Figura 15 – Projeção de Fischer da D-Glicose (15a) e Projeção de Haworth de:  $\alpha$ -D-Glicopiranoose (15b) e  $\beta$ -D-Glicopiranoose (15c).



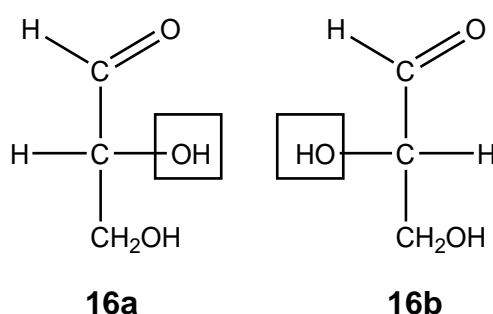
Fonte: (PRATT e CORNELLY, 2012, p. 282).

A ciclização dos monossacarídeos tem como consequência a influência na reatividade dos compostos formados, como destaca Ribeiro e Seravalli (2007, p.39):

O grupo hidroxila formado na ciclização devido à ligação hemiacetálica é denominado de grupo hidroxila anomérico. Este grupo, é extremamente reativo e confere ao monossacarídeo a propriedade de ser um agente redutor em reações de óxido – redução (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007, p. 39).

Os monossacarídeos, além de possuírem as características já mencionadas, possuem um ou mais átomos de carbono assimétrico (quiral) ou centros de assimetria, exceto a Diidroxiacetona. Estes monossacarídeos são conhecidos como diastereoisômeros, por não serem imagens especulares um do outro, pois diferem na configuração ao redor de um ou vários (não todos) carbonos quirais (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004; NELSON e COX, 2006), Assim, designa-se o nome do monossacarídeo usando a configuração do Carbono-2, utilizando-se a letra L do grego *levo* “esquerda” ou D do grego *dextro* “direita” na projeção de Fischer, embora a maioria dos açúcares naturais sejam de configuração D. O composto padrão para tal atribuição é o monossacarídeo Gliceraldeído. O D-Gliceraldeído e seu diastereoisômero L-Gliceraldeído que possuem respectivamente o grupo hidroxila à direita e à esquerda do carbono-2 na projeção de Fischer (Figura 16).

Figura 16 – Projeção de Fischer dos diastereoisômeros: D-Gliceraldeído (16a) e L-Gliceraldeído (16b).

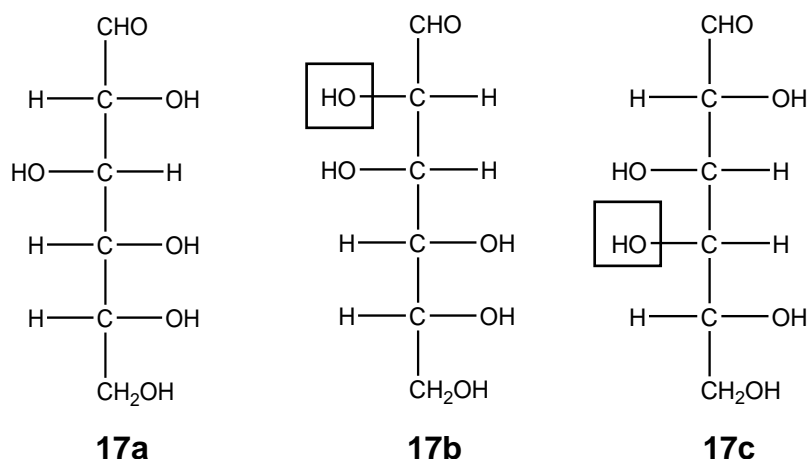


Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 238).

Quando os monossacarídeos diferem somente na configuração ao redor de um único átomo de carbono são chamados de epímeros. Um exemplo (Figura 17) é a D-Glicose (**17a**), a qual apresenta dois epímeros que diferem estereoquimicamente em

um carbono quiral, conhecidos como D-Manose (**17b**) (epímero em C-2) e D-Galactose (**17c**) (epímero em C-4) (NELSON e COX, 2006).

Figura 17 – Projeção de Fischer dos epímeros da D-Glicose (17a), D-Manose (17b) e D-Galactose (17c).



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 239).

Os monossacarídeos formam cadeias mais longas como a dos oligossacarídeos e os polissacarídeos, por meio de ligações glicosídicas que unem o carbono anomérico (que possui o grupo carbonila) ao oxigênio de um grupo hidroxila de outro monossacarídeo (VOET, VOET e PRATT, 2014).

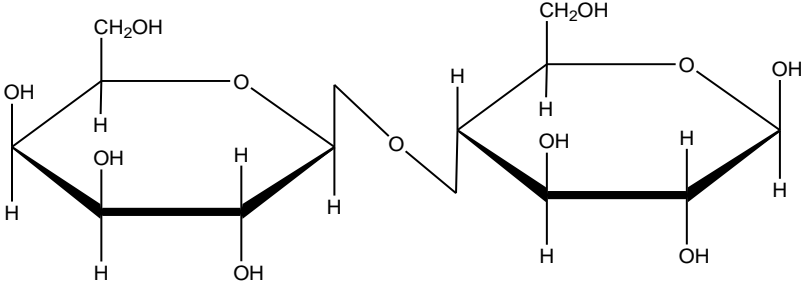
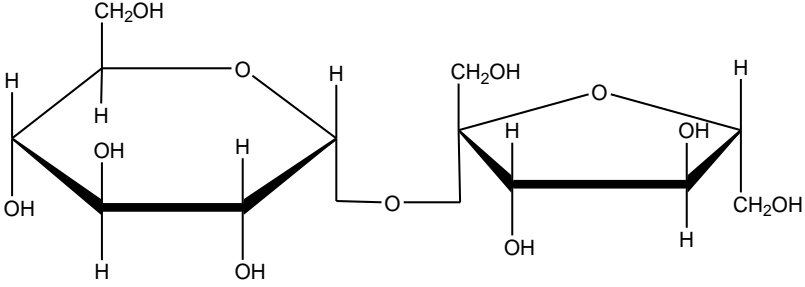
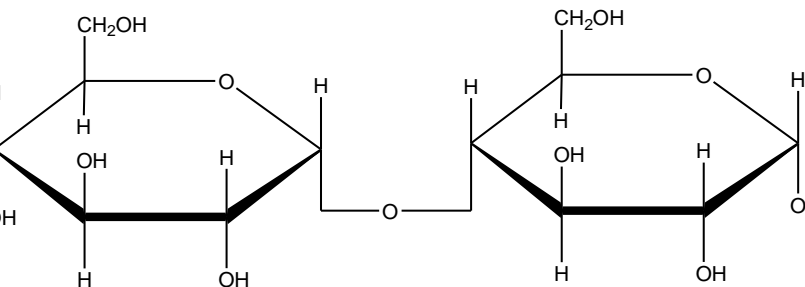
Os oligossacarídeos (*oligo* do grego que significa pouco) são considerados os menores polímeros, formados covalentemente pela ligação glicosídica entre dois a seis monossacarídeos, geralmente hexoses. Os oligossacarídeos mais representativos deste grupo são os dissacarídeos (Quadro 10), que são os produtos mais comuns da hidrólise de moléculas maiores (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004). Dentre eles, segundo Nelson e Cox (2006, p. 244) se encontram:

1. Lactose: dissacarídeo que ocorre naturalmente apenas no leite, formado pela união dos monossacarídeos D-Glicose e D-Galactose. É considerado redutor, pois o carbono anomérico da unidade da D-Glicose está disponível para oxidação.

2. Sacarose: dissacarídeo sintetizado pelos vegetais, formado pelos monossacarídeos D-Glicose e D-Frutose. A sacarose não contém átomos de carbono anoméricos livres, por tanto, é um açúcar não redutor.

3. Maltose ou Trealose: é um dissacarídeo formado por duas moléculas de D-Glicose. Tem como função o armazenamento de energia e, é considerado um açúcar não redutor, assim como a sacarose.

Quadro 10 – Estrutura dos dissacarídeos.

DISSACARÍDEO	ESTRUTURA
Lactose	 <p style="text-align: center;">D-Galactose                      D-Glicose</p>
Sacarose	 <p style="text-align: center;">D-Glicose                      D-Frutose</p>
Maltose	 <p style="text-align: center;">D-Glicose                      D-Glicose</p>

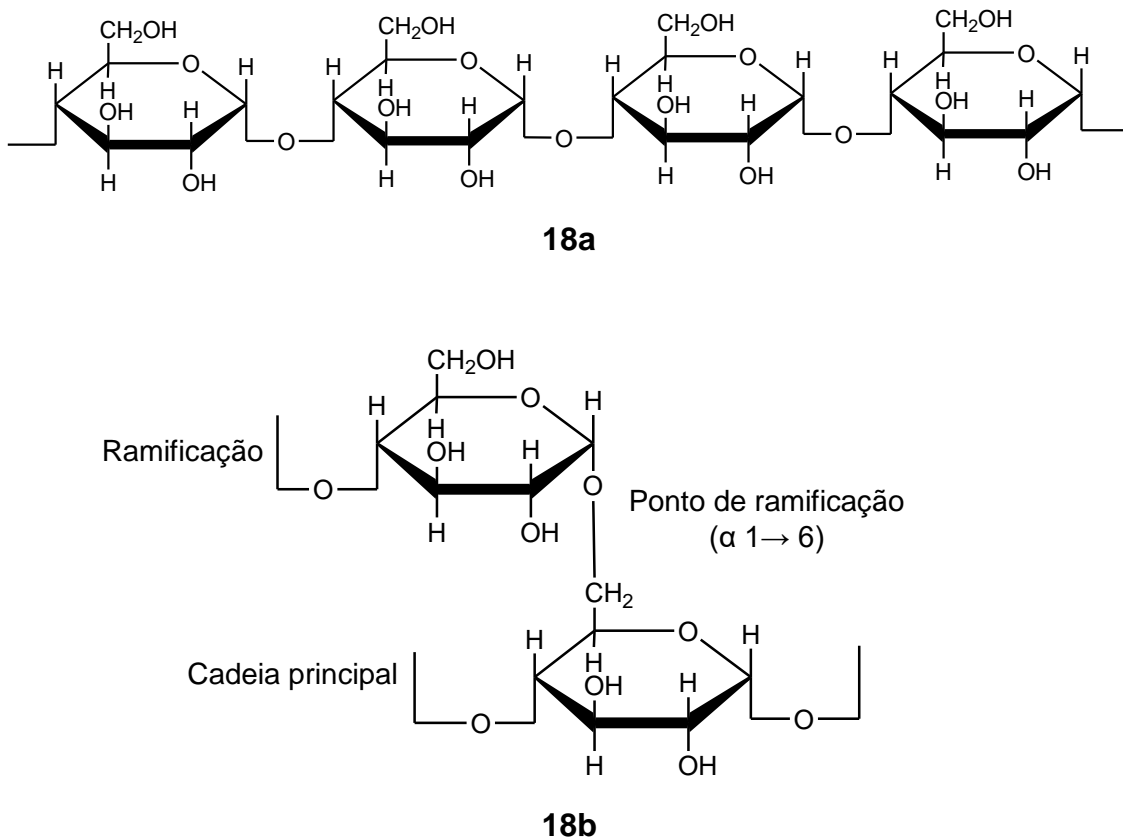
Fonte: Adaptação de NELSON e COX (2006, p. 244).

Os polissacarídeos são a forma como se encontram a maioria dos carboidratos na natureza. Também conhecidos como glicanos, são formados pela ligação de 100 ou mais monossacarídeos que podem ser os mesmos (homopolissacarídeos) ou

diferentes (heteropolissacarídeos) (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004; NELSON e COX, 2006). A celulose e o amido são exemplos de homopolissacarídeos e o ágar é um exemplo de heteropolissacarídeo.

O amido (Figura 18) é formado por dois polissacarídeos: a amilose e amilopectina. A amilose (amido não-ramificado) é formada por unidades do monossacarídeo D-Glicose a partir de ligações alfa entre os carbonos 1 e 4 e a amilopectina (amido ramificado) também é formada pela D-Glicose, no entanto, além desta ligação alfa, ocorrem ligação alfa entre o carbono 1 e 6, que resultam na ramificação (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Figura 18 – Estrutura do amido: amilose (18a) e amilopectina (18b).



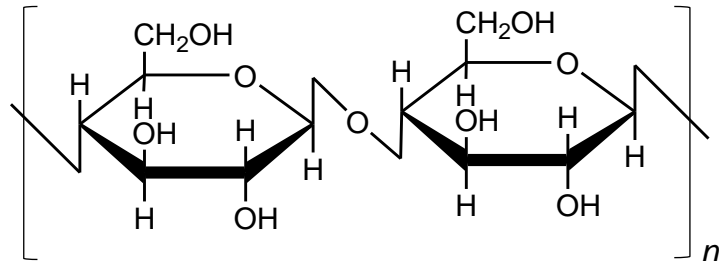
Fonte: (PRATT e CORNELLY, 2012, p. 285).

A celulose (Figura 19), por sua vez, é um polímero não ramificado encontrado em vegetais, com ligações  $\beta$  entre o carbono  $n=1$  e o carbono  $n=4$ . A “configuração  $\beta$  permite à celulose formar cadeias retilíneas muito grandes, as fibras são formadas por



cadeias paralelas que interagem umas com as outras por ligações hidrogênio” (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004, p. 317).

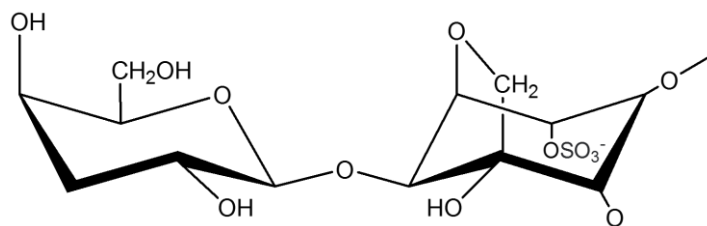
Figura 19 – Estrutura da Celulose.



Fonte: (PRATT e CORNELLY, 2012, p. 286).

O ágar é um componente das paredes celulares de algas marinhas e bactérias. Nas algas marinhas encontra-se o ágar, que é uma mistura de heteropolissacarídeos sulfatados, compostos pelos enantiômeros da galactose, ou seja, a L-Galactose e D-Galactose unidos por ligações glicosídicas entre o carbono 3 e carbono 6, como é apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Ligação glicosídica presente no heteropolissacarídeo ágar.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 251).

### 2.1.3. Lipídeos

Os lipídeos (do grego *lipos* = gorduras) são substâncias de origem biológica que se diferenciam das outras biomoléculas por sua insolubilidade na água, mas são solúveis em solventes orgânicos como álcool, benzina, éter e clorofórmio. Os lipídeos

são as únicas biomoléculas que não possuem monômeros, quer dizer, não formam nem são polímeros.

Os lipídeos, assim como as outras biomoléculas, encontram-se em alimentos como: azeites, margarina, manteiga e gordura presente nas carnes e no leite. Estes compostos desempenham funções biológicas no organismo como: armazenamento de energia, elementos estruturais, cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem luz, agentes emulsificantes no trato digestivo, hormônios e mensageiros intracelulares (NELSON e COX, 2006). Além disso, os lipídeos são classificados como lipídeos saponificáveis e insaponificáveis.

### 2.1.3.1. Lipídeos saponificáveis

Os lipídeos saponificáveis possuem em sua estrutura ácidos graxos que são derivados dos hidrocarbonetos, formados por cadeias de hidrocarbonetos não-ramificadas, saturadas ou insaturadas, que variam seu tamanho entre 4 e 36 átomos de carbono com grupos carboxilas terminais (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004), sendo encontrados comumente na natureza (Quadro 11). Destaca-se sua nomenclatura, por especificar o número de átomos de carbono da cadeia principal e de ligações duplas, separados por dois pontos, a posição das ligações duplas, se existirem, é referenciada com número do carbono que a possui na forma de sobrescrito aposto à letra grega maiúscula (delta)  $\Delta$ .

Quadro 11 – Alguns ácidos graxos de ocorrência natural.

(continua)

<b>ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS</b>			
<b>ESQUELETO CARBONICO</b>	<b>NOME COMUM</b>	<b>NOME SISTEMÁTICO</b>	<b>ESTRUTURA</b>
12:0	Ácido láurico	Ácido <i>n</i> -dodecanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14:0	Ácido mirístico	Ácido <i>n</i> -tetradecanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16:0	Ácido palmítico	Ácido <i>n</i> -hexadecanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18:0	Ácido esteárico	Ácido <i>n</i> -octadecanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
20:0	Ácido araquídico	Ácido <i>n</i> -eicosanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
22:0	Ácido beênico	Ácido <i>n</i> -docosanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
24:0	Ácido lignocérico	Ácido <i>n</i> -tetracosanóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$

Quadro 11 – Alguns ácidos graxos de ocorrência natural.

(conclusão)

ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS			
ESQUELETO CARBÔNICO	NOME COMUM	NOME SISTEMÁTICO	ESTRUTURA
16:1 $\Delta^9$	Ácido palmitoleico	Ácido <i>cis</i> -9-hexadecenóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18:1 $\Delta^9$	Ácido oleico	Ácido <i>cis</i> -9-octadecenóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18:2 $\Delta^{9, 12}$	Ácido linoleico	Ácido <i>cis, cis</i> -9,12-octadecadienóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CH}\text{CH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
18:3 $\Delta^{9, 12, 15}$	Ácido $\alpha$ -linolênico	Ácido <i>cis, cis, cis</i> -9,12,15-octadecatrienóico	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CH}\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
20:4 $\Delta^{5, 8, 11, 14}$	Ácido araquidônico	Ácido <i>cis, cis, cis, cis</i> -5,8,11,14-icosatetraenóico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CH}\text{CH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$

Fonte: Adaptação de NELSON e COX (2006, p. 342); BERG, TYMOCZKO e STRYER (2004, p. 336).

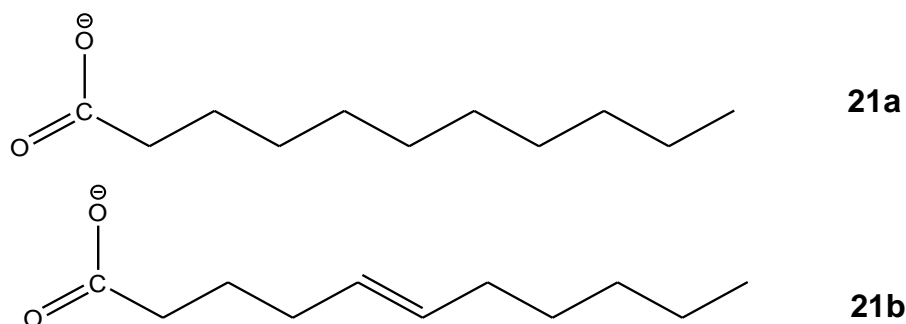
É importante mencionar que embora existam diferentes ácidos graxos como os citados no Quadro 11, os que predominam na natureza são os ácidos de 16 e 18 carbonos (ácidos palmítico, oleico, linoleico e esteárico), visto que os ácidos graxos com número de carbonos menor que 14 ou maior que 20 são incomuns. Todos os ácidos graxos de ocorrência natural que possuem ligações duplas estão na configuração *cis*, somente apresentam configuração *trans* os que são produzidos por fermentação no rúmen de animais produtores de leite (NELSON e COX, 2006; VOET, VOET e PRATT, 2014).

As propriedades físicas, como solubilidade na água e ponto de fusão dos ácidos graxos, dependem do comprimento da cadeia e do grau de saturações. Quanto à solubilidade na água, os ácidos graxos são insolúveis, pois, embora possuam átomos como hidrogênio e o oxigênio do grupo carboxila, o tamanho da cadeia carbônica impossibilita a formação de ligações hidrogênio, predominando as forças intermoleculares de dispersão ou de London (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

O ponto de fusão ou temperatura de fusão dependem do grau de justaposição entre as moléculas dos ácidos graxos, visto que compostos totalmente saturados tem livre rotação entre as ligações C-C, conferindo flexibilidade da cadeia carbônica para poder justapor-se em arranjos quase cristalinos com átomos atraídos pelas forças intermoleculares van der Waals (Figura 21). Como consequência, têm-se interações fortes e é preciso maior energia térmica para desorganizar esses arranjos, porém os

ácidos insaturados não podem justapor-se pela presença da ligação dupla em configuração *cis* (NELSON e COX, 2006).

Figura 21 – Estrutura de ácidos graxos saturados (21a) e insaturados (21b).



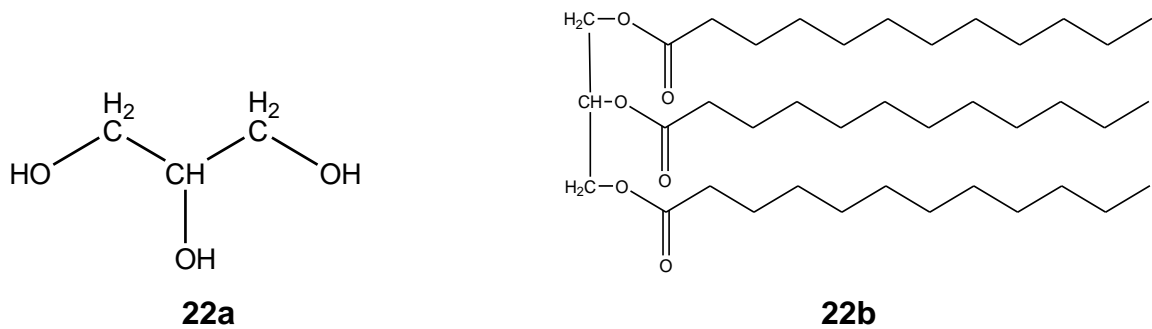
Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 343).

Os lipídeos saponificáveis podem ser divididos em lipídeos simples, chamados de gorduras e lipídeos complexos. Os lipídeos simples se encontram nos triacilgliceróis e nas ceras. Os lipídeos complexos se caracterizam por terem, além dos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio, outros elementos como fósforo, nitrogênio e enxofre, e são encontrados nos fosfolipídeos e glicolipídeos (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

#### 2.1.3.1.1. Lipídeos simples

Os lipídeos mais simples contendo ácidos graxos, do grupo de lipídeos saponificáveis são os triacilgliceróis ou triglicerídeos, os quais são triésteres de ácidos graxos do glicerol (Figura 22), substâncias apolares, hidrofóbicas e, portanto, insolúveis em água (VOET, VOET e PRATT, 2014). Desempenham funções biológicas, como o armazenamento de energia no tecido adiposo, permitem que os ácidos graxos ingeridos sejam distribuídos dentro do corpo por meio do sistema circulatório, isolamento térmico e precursores biossintéticos durante a germinação (MELO e CUAMATZI, 2007).

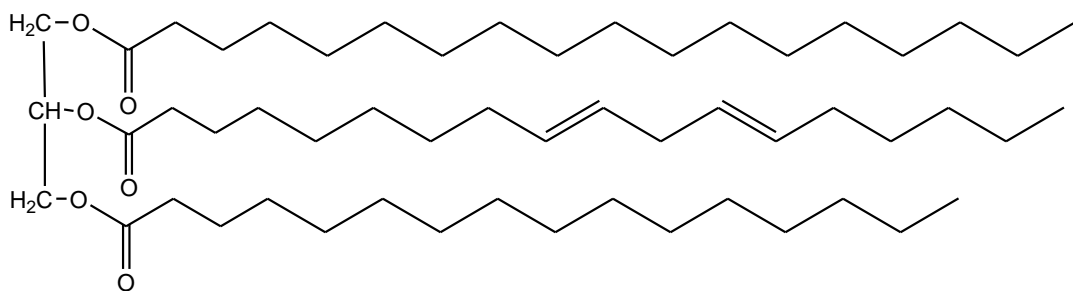
Figura 22 – Estrutura do glicerol (22a) e do triacilglicerol (22b).



Fonte: Autores.

Os triacilgliceróis são denominados de acordo com a posição dos três ácidos graxos na molécula de glicerol, visto que a maioria contém dois ou três tipos de ácidos graxos diferentes. Além disso, muda-se a terminação *-óico* ou *-ato* por *-oil* e finaliza-se com a palavra glicerol. Um exemplo é o triacilglicerol de nome: 1-Estearoil, 2-linoeloil, 3-palmitoilglicerol (Figura 23).

Figura 23 – Estrutura do triacilglicerol: 1-Estearoil, 2-linoeloil, 3-palmitoilglicerol.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 344).

As ceras ou cerídeos são lipídeos saponificáveis simples, assim como os triacilgliceróis, e possuem a função biológica de armazenamento de energia. As ceras são ésteres de ácidos graxos de cadeias carbônicas contendo de 14 até 36 átomos de carbono, saturadas ou insaturadas, com álcoois de cadeias entre 16 a 30 átomos de carbono. Podem ser classificadas de acordo com sua origem em: animal (cera de abelha), vegetal (cera de carnaúba – palmeira brasileira) e mineral (cera de petróleo) e podem ser utilizadas na manufatura de loções, pomadas e polidores (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2008; NELSON e COX, 2006).

## 2.1.3.1.2. Lipídeos complexos

Dentre os lipídeos complexos, encontram-se os fosfolipídeos e glicolipídeos, os quais constituem as membranas biológicas, formando uma camada dupla lipídica que impede a passagem de moléculas polares e íons (NELSON e COX, 2006).

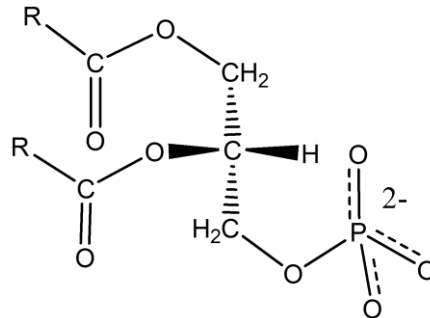
Os fosfolipídeos são moléculas compostas por dois ácidos graxos no carbono 1 e 2 do glicerol, um fosfato no carbono 3 do glicerol ligado por uma ligação fosfodiéster e um álcool unido ao grupo fosfato (Quadro 12) (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

Quadro 12 – Unidades alcoólicas dos fosfolipídeos.

NOME	FORMULA ESTRUTURAL
Serina	
Etanolamina	
Colina	
Glicerol	
Inositol	

A Figura 24 apresenta a estrutura padrão dos fosfolipídeos conhecido como Fosfatidato.

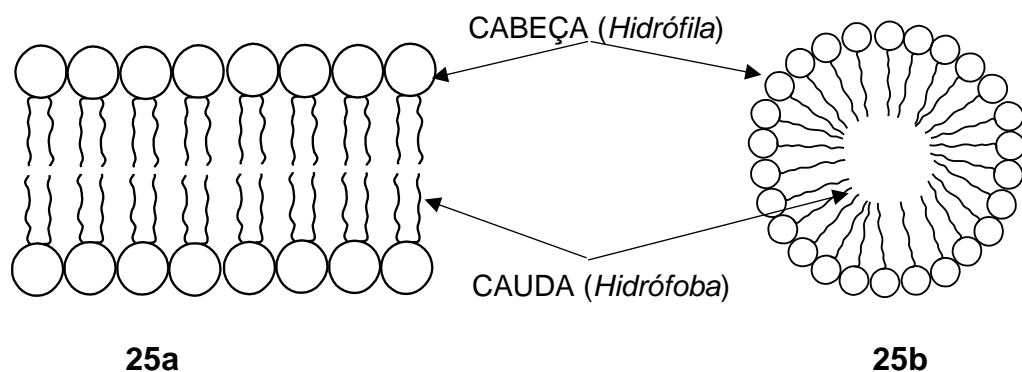
Figura 24 – Estrutura do Fosfatidato (Diacilglicerol 3 – fosfato).



Fonte: (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004, p. 337).

Os ácidos graxos que compõem os fosfolipídeos fornecem uma barreira hidrófoba. O restante da molécula tem propriedades hidrófilas que permitem a interação com o ambiente e, por isso as membranas biológicas são consideradas anfipáticas. Elas possuem uma porção hidrófila de caráter polar (cabeça do fosfolipídio = grupo fosfato) e hidrófoba de caráter apolar (cauda do fosfolipídio = ácidos graxos) (Figura 25). Dessa maneira, as cabeças têm o contato com a água favorecendo a formação de micelas, onde as cabeças ficam para fora da micela, rodeadas de moléculas de água e as caudas ficam no interior da micela (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004).

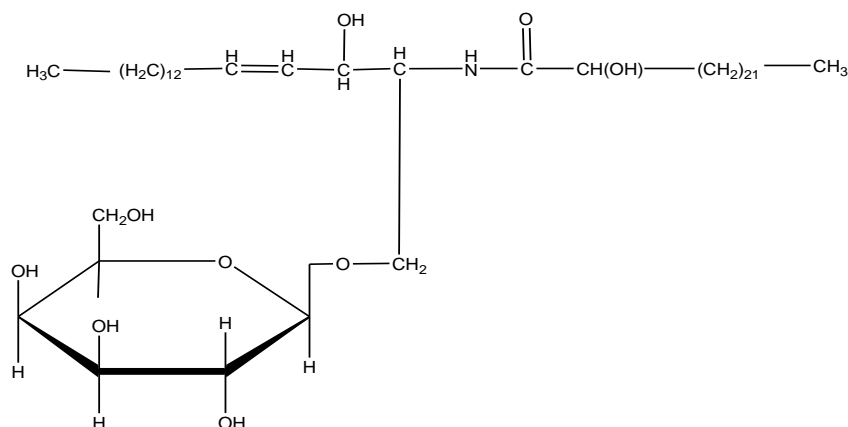
Figura 25 – Estrutura da dupla camada da membrana biológica formada por fosfolipídeos (25a) e estrutura da micela (25b).



Fonte: Autores.

Os glicolípídeos, ao contrário dos fosfolípídeos, não têm fosfato, mas podem ter em sua composição um monossacarídeo (glicose ou galactose) ou um oligossacarídeo. Os glicolípídeos são derivados da esfingosina, onde a amina da esfingosina é acilada por um ácido graxo de cadeia longa, por isso também são conhecidos como glicoesfingolípídeos (HARVEY e FERRIER, 2011). Os glicolípídeos mais simples só têm uma unidade de ose e são chamados de cerebrosídeo. Um exemplo é a galactosilceramida (Figura 26) que tem presente em sua estrutura a galactose como grupo ose. Os glicolípídeos mais complexos ou gangliosídeos contêm cadeias ramificadas de até sete oses.

Figura 26 – Estrutura da galactosilceramida.



Fonte: (MURRAY et al., 2013, p. 146).

### 2.1.3.2. Lipídeos insaponificáveis

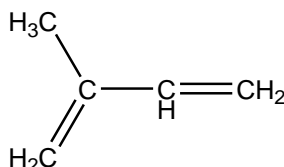
Os lipídeos insaponificáveis não contêm ácidos graxos em sua estrutura, por isso, não têm como função a reserva de energia. No entanto, desempenham outras funções biológicas fundamentais para o organismo que serão apresentadas no decorrer do capítulo. Entre o grupo de lipídeos insaponificáveis se encontram os terpenos, esteroides e os eicosanoides.

Os terpenos são formados por moléculas de isopreno (Figura 27) ligadas, resultando em cadeias e anéis de formas e tamanhos diferentes. São considerados substâncias naturais ou metabólitos secundários de origem vegetal, encontrando-se



nas sementes, frutos, flores, folhas, raízes e madeira de plantas superiores. Os terpenos não podem ser sintetizados pelos animais, por tanto, devem ser obtidos por meio dos alimentos (NELSON e COX, 2006; PEÑA et al., 2004).

Figura 27 – Estrutura do isopreno.



Fonte: Autores.

Os terpenos se classificam segundo Primo (2007), de acordo com o número de unidades de isoprenos que se unem, apresentando diferentes estruturas, entre elas as estruturas cíclicas (mono, di e tricíclicas) ou acíclicas (Quadro 13).

Quadro 13 – Classificação dos terpenos.

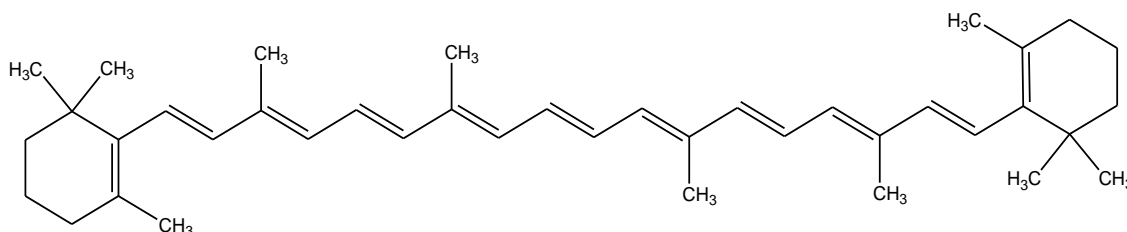
NÚMERO DE ISOPRENOS	NÚMERO DE CARBONOS	NOME
2	10	Monoterpenos
3	15	Sesquiterpenos
4	20	Diterpenos
6	30	Triterpenos
8	40	Tetraterpenos
X	50 – X	Politerpenos

Fonte: (PRIMO, 2007, p. 851).

Os terpenos possuem diferentes propriedades, que são utilizadas para a elaboração de essências, inseticidas e medicamentos como expectorantes, descongestionantes hepáticos, anti-inflamatórios, entre outros. Além disso, os terpenos têm funções biológicas nos seres vivos, tais como dar o pigmento biológico a plantas e alimentos e ser precursor de vitaminas. Alguns exemplos de pigmentos biológicos são: a clorofila, que produz a cor verde nas plantas e algas; os carotenoides como o  $\beta$ -caroteno (Figura 28), que são pigmentos vermelho, laranja e ou amarelo e

as antocianinas, as quais são pigmentos flavonoides hidrossolúveis das cores azul, roxo e vermelho (PRIMO, 2007).

Figura 28 – Carotenoide:  $\beta$ -caroteno.



Fonte: Autores.

Por outro lado, os esteroides, assim como os terpenos, pertencem ao grupo de lipídeos insaponificáveis, os quais são lipídeos estruturais derivados do ciclopentanoperidrofenantreno (**29a**), que é uma molécula quase plana e relativamente rígida, pois os anéis fundidos (4 anéis) não permitem a rotação em torno das ligações C-C. Os esteroides podem conter em sua estrutura diferentes funções orgânicas (carbonila ou hidroxila), o que permite que seja uma molécula com partes de sua estrutura hidrofílicas e hidrofóbicas (NELSON e COX, 2006).

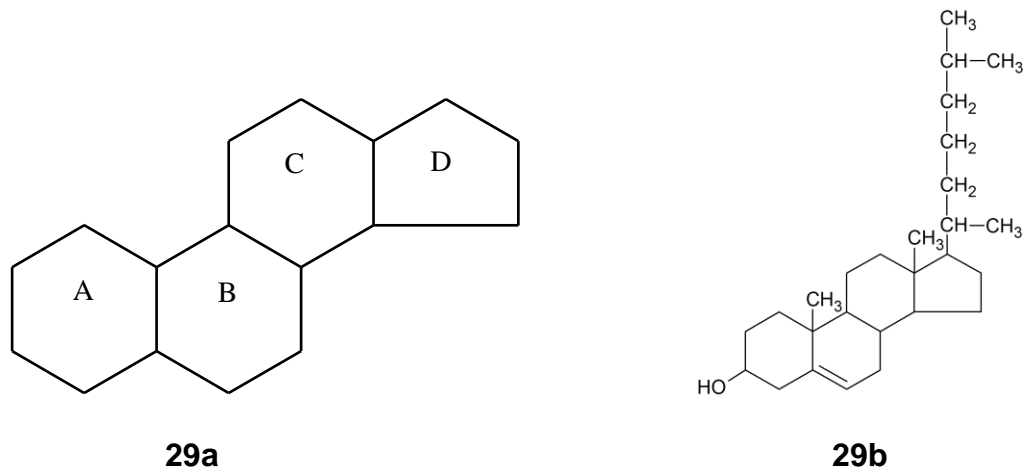
Os esteroides, além de sua função estrutural principalmente das membranas, são hormônios que servem de sinalizadores biológicos que regulam a expressão dos genes, podem agir como detergentes na luz intestinal, emulsificar gorduras alimentares, tornando-as mais facilmente acessíveis às lipases digestivas e o transporte do colesterol pelo sangue através de lipoproteínas (NELSON e COX, 2006).

O colesterol (**29b**) é o principal esteroide dos animais, classificado como esterol pela presença do grupo hidroxila no carbono 3 que constitui a cabeça polar da estrutura. A parte apolar é formada pela cadeia de hidrocarbonetos, considerando-se uma molécula anfipática (VOET, VOET e PRATT, 2014).

O colesterol é o precursor metabólico dos hormônios esteroides (Figura 30), classificados por Voet, Voet e Pratt (2014, p. 251) em:

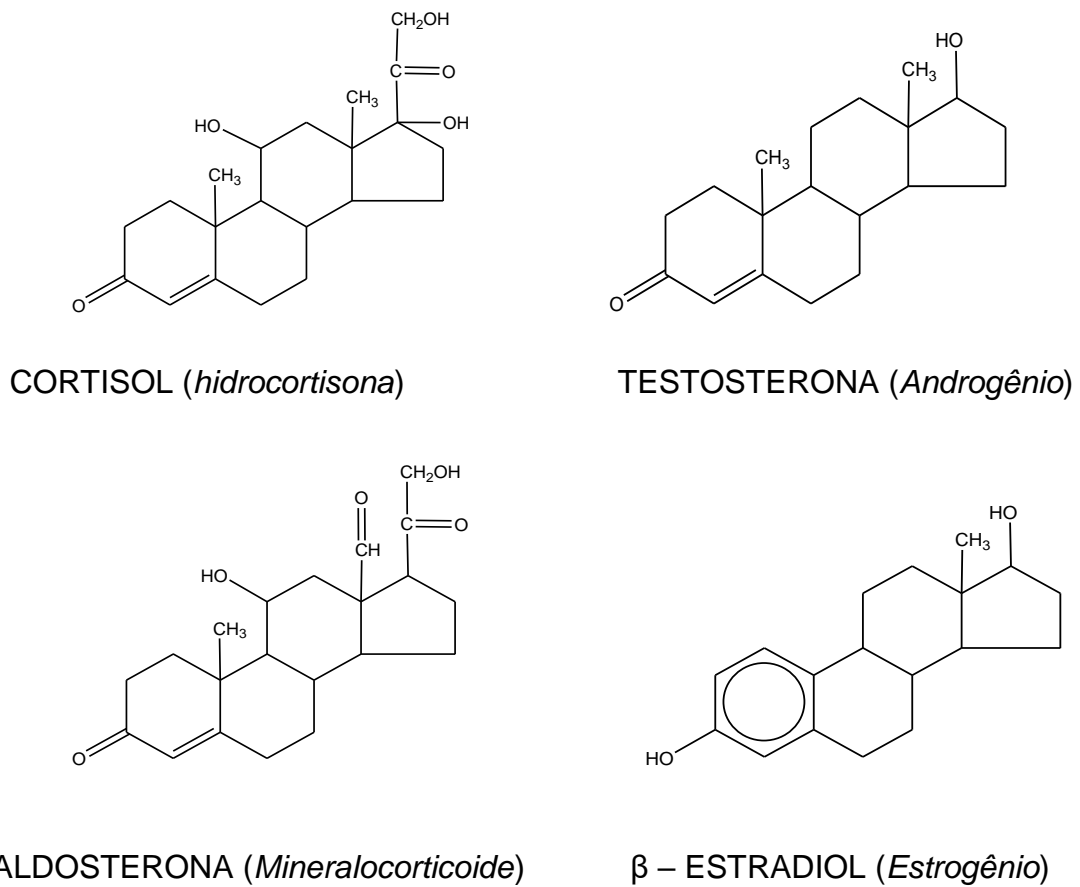
1. Glicocorticoides: Afetam o metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos e influenciam outras funções vitais. Exemplo: O cortisol.
2. Aldosterona: Regulam a excreção do sal e da água pelos rins.
3. Androgênios e estrogênios: Afetam o desenvolvimento e a função sexual. Exemplo: Testosterona (homens) e estrogênio (mulheres).

Figura 29 – Estrutura do ciclopentanoperidrofenantreno (29a) e do colesterol (29b).



Fonte: (VOET, VOET e PRATT, 2014, p. 249).

Figura 30 – Hormônios esteroides representativos.



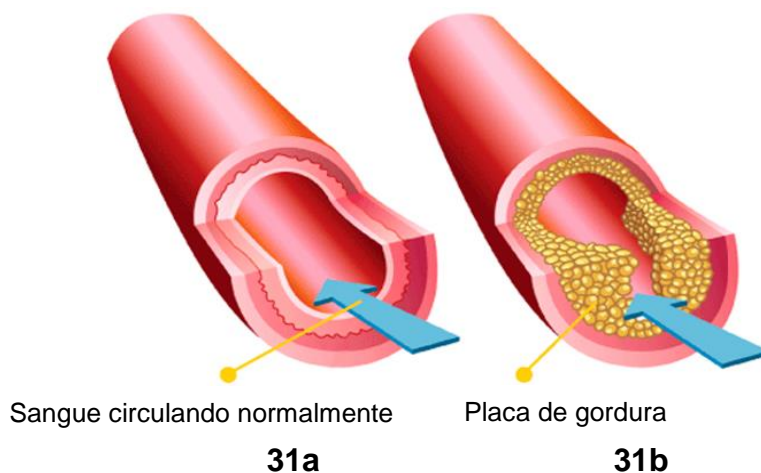
Fonte: (VOET, VOET e PRATT, 2014, p. 251).

O colesterol pode ser classificado como colesterol “bom” ou HDL, por suas siglas em inglês (*High-density lipoproteins*) ou colesterol “mau”, também conhecido como LDL (*Low-density lipoproteins*).

O HDL tem como função o transporte do colesterol LDL do interior das artérias ao fígado, onde ele é reduzido a substâncias menos prejudiciais, diminuindo para a pessoa o risco de sofrer alguma doença cardíaca (FAGUNDES, 2003). Segundo Rodes, Pique e Trilla (2007) é recomendado que o colesterol HDL seja elevado através de uma alimentação saudável e prática de exercícios, para que os níveis permaneçam no sangue acima de 40 mg/dL em homens e 50 mg/dL em mulheres.

Recomenda-se que o nível de LDL seja menor que 130 mg/dL nos dois sexos, pois níveis altos geram o acúmulo de placas de gordura no interior das artérias (RODES, PIQUE e TRILLA, 2007), aumentando o risco de doenças cardiovasculares (Figura 31). Este acúmulo é produzido pelo consumo de alimentos ricos em gorduras, a falta de exercícios físicos e também pelo fumo (FAGUNDES, 2003).

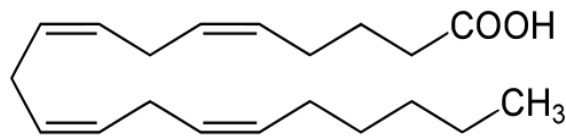
Figura 31 – Artéria normal (31a) e artéria estreitada por placa de gordura (31b).



Fonte: (RODES, PIQUE e TRILLA, 2007, p. 401).

O último grupo dos lipídios insaponificáveis se encontram os eicosanoides (do grego *eikosi* = vinte), são hormônios parácrinos que agem apenas sobre as células próximas ao local de síntese do próprio hormônio. Os eicosanoides são derivados do ácido araquidônico ( $20:4 \Delta^{5,8,11,14}$ ), ácido poli-insaturado com 20 átomos de carbono, pelos quais eles levam o nome genérico (Figura 32). Dentro deste grupo se encontram as prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (NELSON e COX, 2006).

Figura 32 – Ácido araquidônico.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 357).

As prostaglandinas contêm um anel com cinco carbonos (ciclopentano), formado pela ligação covalente entre os carbonos 8 e 12 do araquidonato. Seu nome provém da glândula próstata de cujo tecido as prostaglandinas foram isoladas por Bengt Samuelsson e Sune Bergström (NELSON e COX, 2006; OLIVERI e THIERER, 1999). Desempenham funções no fluxo de sangue, na formação de coágulos de sangue e na indução do trabalho de parto, são classificadas segundo Bailey e Bailey (1998) em: prostaglandinas  $F_{2\alpha}$ ,  $E_1$  e prostacilina (Quadro 14).

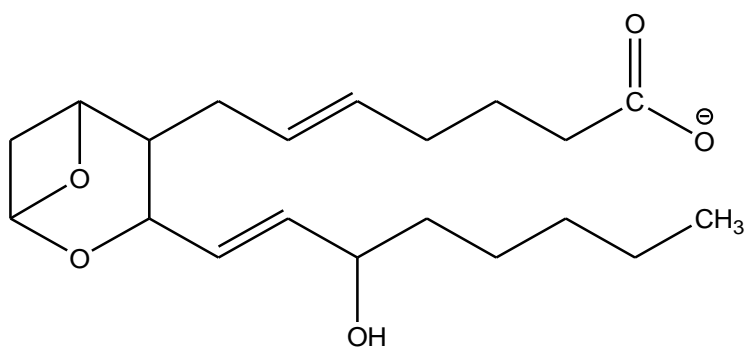
Quadro 14 – Classificação das Prostaglandinas.

NOME	ABREVIÇÃO	FUNÇÃO	ESTRUTURA
PROSTAGLANDINA $F_{2\alpha}$	$PGF_{2\alpha}$	Indução do trabalho de parto.	
PROSTAGLANDINA $E_1$	$PGE_1$	Vaso dilatador	
PROSTACICLINA	$PGI_2$	Inibidor de plaquetas	

Fonte: (BAILEY e BAILEY, 1998, p. 497).

Diferente das prostaglandinas, os tromboxanos contêm um sistema 3,4 - substituído- 2,6 dioxo-biciclo [3,1,1] heptano (Figura 33). São produzidos pelos trombóticos para agir na formação de coágulos sanguíneos e na redução do fluxo de sangue no sítio do coágulo (NELSON e COX, 2006).

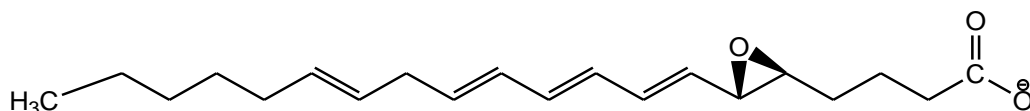
Figura 33 – Estrutura do Tromboxano A<sub>2</sub>.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 357).

Os leucotrienos são sinais biológicos encontrados nos leucócitos ou glóbulos brancos e são formados por três duplas ligações conjugadas, conforme Figura 34. Podem induzir a contração do músculo ou, em sua superprodução, ataques de asma (NELSON e COX, 2006).

Figura 34 – Estrutura do Leucotrieno A<sub>4</sub>.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p. 357).

### **CAPÍTULO 3 – “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO – APRENDIZAGEM DA QUÍMICA**

Ensinar é considerado por Solé (2009 apud GUIMARÃES e GIORDAN, 2012) uma tarefa árdua pela complexidade dos objetivos que o processo educativo envolve, além das questões implícitas de intermediação de relações humanas no contexto escolar e do gerenciamento de atividades. Esse gerenciamento de atividades implica a organização e/ou planejamento de metodologias de ensino que serão aplicadas na sala de aula por parte do professor, sem importar o modelo pedagógico desenvolvido pelos professores, o qual diferencia as práticas educativas.

Uma proposta para a organização de atividades são as sequências didáticas, que constituem um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim, conhecido tanto pelo professor quanto pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). É formada por “um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática” (PAIS, 2002, p. 102 apud GUIMARÃES e GIORDAN, 2012, p. 2).

Não obstante, não se pode considerar uma sequência didática só como uma forma de ordenar os conteúdos, dado que é um recurso pedagógico que permite ao professor contribuir com mudanças educativas e ter a possibilidade de propor diferentes metodologias que favoreçam o processo de ensino – aprendizagem. Sendo esta uma das diferenças entre o planejamento atual e o planejamento que se consagrou nos meios governamentais e acadêmicos brasileiros na década de 60, que segundo Gandin e Carrilho (2006, p. 11) “eram modelos autoritários e sem adequação para as necessidades diversas que a sociedade apresentava”.

Entre as metodologias que devem ser apresentadas na sequência didática, estão atividades práticas, lúdicas com material concreto e diferenciado, que apresentem desafios e permitam a construção do conhecimento. Por essa razão, as sequências didáticas podem ser consideradas como um recurso que dá ao professor um novo olhar sobre o currículo, por ser uma construção que pode ter modificações dependendo do contexto e da estrutura cognitiva dos estudantes (MAROQUIO, PAIVA e FONSECA, 2015; PERETTI e TONIN, 2013).

As sequências didáticas favorecem o processo de ensino – aprendizagem, a partir do planejamento do professor, no entanto para esse favorecimento Zabala (1998) menciona que é preciso, durante sua elaboração, um conjunto de relações interativas, as quais são:

- a) planejar a atuação docente de uma maneira suficientemente flexível para permitir a adaptação às necessidades dos alunos em todo o processo de ensino/aprendizagem;
- b) contar com as contribuições e os conhecimentos dos alunos, tanto no início das atividades como durante sua realização;
- c) ajuda-los a encontrar sentido no que estão fazendo para que conheçam o que têm que fazer, sintam que podem fazê-lo e que é interessante fazê-lo;
- d) estabelecer metas ao alcance dos alunos para que possam ser superadas com o esforço e a ajuda necessários;
- e) oferecer ajudas adequadas, no processo de construção do aluno, para os progressos que experimenta e para enfrentar os obstáculos com os quais se depara;
- f) promover atividade mental autoestruturante que permita estabelecer o máximo de relações como o novo conteúdo, atribuindo-lhe significado no maior grau possível e fomentando os processos de metacognição que lhe permitam assegurar o controle pessoal sobre os próprios conhecimentos e processos durante a aprendizagem;
- g) estabelecer um ambiente e determinadas relações presididos pelo respeito mútuo e pelo sentimento de confiança, que promovam a autoestima e o autoconceito;
- h) promover canais de comunicação que regulem os processos de negociação, participação e construção;
- i) potencializar progressivamente a autonomia dos alunos na definição de objetivos, no planejamento das ações que os conduzirão a eles e em sua realização e controle, possibilitando que aprendam a aprender;
- j) avaliar os alunos conforme suas capacidades e seus esforços, levando em conta o ponto pessoal de partida e o processo por meio do qual adquirem conhecimento e incentivando a autoavaliação das competências como meio para favorecer as estratégias de controle e regulação da própria atividade. (ZABALA, 1998, p. 92-93).

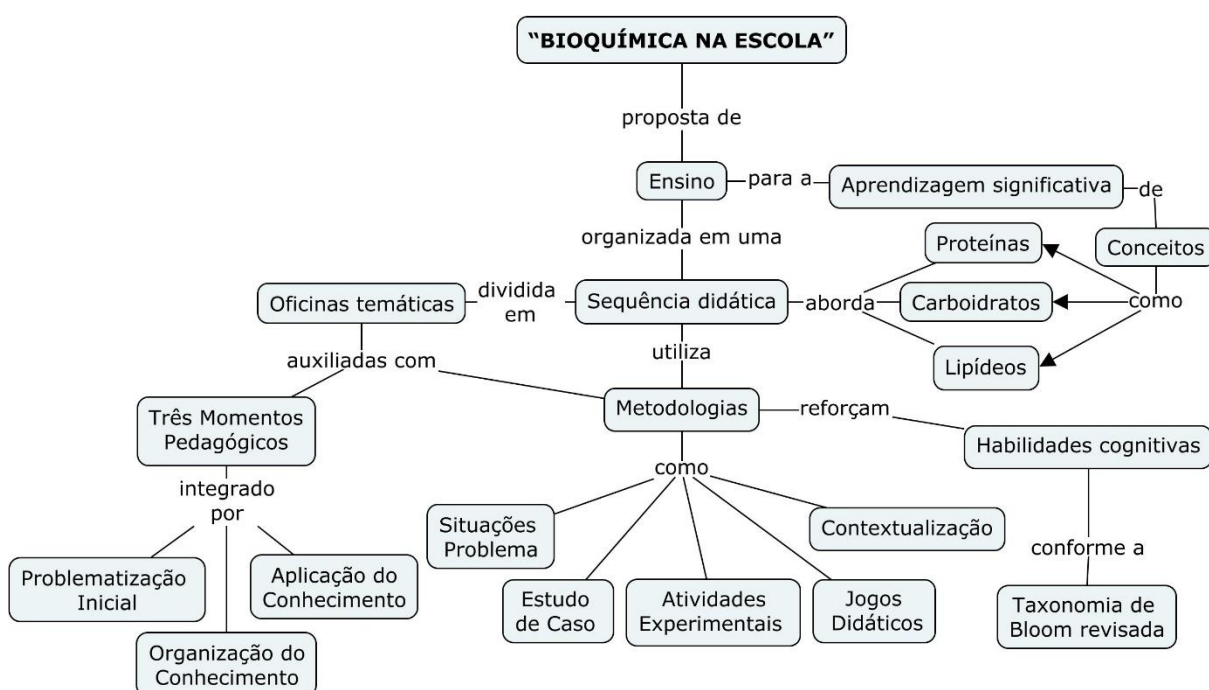
Além disso, as sequências didáticas favorecem a interação e comunicação entre professor – estudante e estudante – estudante, através das atividades que são realizadas para alcançar os objetivos educativos e para construir o conhecimento ou a aprendizagem. Permitem estabelecer espaços e tempos para aplicação de diferentes metodologias, sendo estes adaptados de acordo com as necessidades educativas. Também proporcionam o planejamento e a avaliação dos processos educacionais, onde se verifica se os objetivos de fato foram alcançados (GUIMARÃES e GIORDAN, 2012; ZABALA, 1998).

A sequência didática proposta para esta pesquisa foi denominada “*Bioquímica na Escola*”, construída pelos professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da



Universidade Federal de Santa Maria, sua participação dentro desta pesquisa é justificada no capítulo 4 com a explicação metodológica de sua construção. Os conteúdos abordados e as metodologias de ensino que estruturaram a sequência didática “*Bioquímica na escola*” são apresentadas no mapa conceitual da Figura 35 e explicadas no decorrer deste capítulo.

Figura 35 – Mapa conceitual: Estrutura da sequência didática “Bioquímica na escola”.



Fonte: Autores.

### 3.1. “BIOQUÍMICA NA ESCOLA” E OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA

Os conteúdos de Química segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias (PCN+) foram organizados em “temas estruturadores” com a finalidade de abordar conteúdos que “facilitam o entendimento do mundo físico sob a óptica da Química e que contribuem para promover competências e habilidades” (BRASIL, 2002a, p. 106).

O “tema estruturador” para o ensino de Química na terceira série de ensino médio, utilizado como apoio para a elaboração deste trabalho é denominado pelos PCN+ como “*Química e biosfera*” que propõe o “estudo dos compostos orgânicos de

origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários à sobrevivência humana: suas composições, propriedades, funções, transformações e usos” (Ibid., p. 104). Assim, a Química Orgânica é contextualizada integrando os conceitos com os recursos presentes na biosfera. Um exemplo são os seres vivos como fonte de alimento, pois estes fornecem “carboidratos, proteínas, óleos ou gorduras e podem ser o ponto de partida para o entendimento, na escala microscópica, da formação de cadeias carbônicas, dos tipos de ligação do carbono, das funções orgânicas e de isomeria” (Ibid., p. 104).

Nesse contexto, “*Bioquímica na escola*” segue a proposta dos “temas estruturadores” dos PCN+, relacionando diferentes conteúdos curriculares de Química, estabelecidos para serem ensinados na terceira série de ensino médio, com temas da Bioquímica Orgânica. Algumas relações são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Conteúdos abordados na sequência didática “*Bioquímica na escola*”.

TEMA	CONTEÚDOS ABORDADOS
Carboidratos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funções orgânicas (estrutura)</li> <li>- Características dos carboidratos (classificação – função biológica)</li> <li>- Ligação glicosídica</li> <li>- Solubilidade (conceitos de solução, soluto e solvente)</li> <li>- Forças intermoleculares</li> <li>- Polímeros (polissacarídeos)</li> </ul>
Proteínas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funções orgânicas (estrutura)</li> <li>- Aminoácidos</li> <li>- Características das proteínas (estrutura - função biológica)</li> <li>- Ligação peptídica</li> <li>- Desnaturação das proteínas</li> <li>- pH (ácido – base)</li> <li>- Polímeros</li> </ul>
Lipídeos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funções orgânicas (estrutura)</li> <li>- Características dos lipídeos (classificação – função biológica)</li> <li>- Solubilidade (conceitos de solução, soluto e solvente)</li> <li>- Forças intermoleculares</li> </ul>

Fonte: Autores.

### 3.2. METODOLOGIAS DE ENSINO: ESTRUTURA DIDÁTICA DA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”

Bioquímica é um tema que permite a utilização de diferentes metodologias didáticas para desenvolver os conteúdos de Química no Ensino Médio. Um exemplo é a abordagem de forma contextualizada, teórica e prática das biomoléculas orgânicas como carboidratos, proteínas e lipídios, a partir de sua identificação em alimentos por meio de atividades experimentais ou análise de rótulos. Além disso, a Bioquímica permite extrair temas de interesse de diferentes áreas como a Biologia, Medicina, Biotecnologia, Nutrição, Química Orgânica, entre outras.

“*Bioquímica na Escola*” reúne diferentes metodologias de ensino como estratégia para favorecer o processo de ensino – aprendizagem, construir o conhecimento e gerar motivação ou predisposição nos estudantes, para articular os conteúdos com seu cotidiano e dar um significado à aprendizagem de forma organizada. Entre estas metodologias estão: oficinas temáticas respaldadas pelos Três Momentos Pedagógicos, situações problema, estudos de caso, atividades experimentais, jogos didáticos, análises de rótulos alimentícios e visualização de filmes. As definições e características destas proposições metodológicas são apresentadas a seguir.

#### 3.2.1. Oficina temática e os Três Momentos Pedagógicos

Uma oficina temática de acordo com Pazinato e Braibante (2014a, p. 289) pode ser definida como “um local em que se trabalha algum assunto”, que tem como finalidade ensinar de forma inter-relacionada, contextualizada e experimental. A oficina aborda sob a perspectiva da aprendizagem significativa os conteúdos de química selecionados em função do tema, envolvendo os alunos “em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para tomadas de decisões” (MARCONDES, 2008, p. 67). Sendo por essa razão, considerada como um pressuposto construtivista para o processo de ensino – aprendizagem (GAIA et al., 2008).

A oficina temática tem como características pedagógicas, conforme Marcondes (2008, p. 68 – 69):

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
  - Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento;
  - Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
  - Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento.
- (MARCONDES, 2008, p. 68 - 69).

A elaboração e aplicação da oficina pode ser feita segundo Pazinato e Braibante (2014a), utilizando os Três Momentos Pedagógicos, abordados inicialmente por Delizoicov e Angotti em 1982, que podem ser caracterizados e classificados de acordo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Problematização inicial (1MP): O primeiro momento pedagógico, caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam, com o fim de desafiar os estudantes a expor seus conhecimentos sobre determinadas situações. A função do professor neste momento é de gerar discussões orientadas, questionando sobre o assunto sem responder ou fornecer explicações (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009), com a intenção de conhecer as ideias prévias para iniciar a construção de conhecimento e favorecer uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1978)

Organização do conhecimento (2MP): No segundo momento, é feito o estudo ou a abordagem dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009). Neste momento, são ensinados os conteúdos científicos necessários para analisar e interpretar situações significativas, através do uso de diferentes metodologias didáticas que podem auxiliar o professor a orientar o processo de ensino-aprendizagem e ao estudante na reconstrução de seus conhecimentos prévios (GEHLEN, MALDANER e DELIZOICOV, 2012).

Aplicação do conhecimento (3MP): É o terceiro e último momento pedagógico, destina-se a desenvolver atividades para que os estudantes utilizem os conhecimentos aprendidos no momento de organização, na análise e interpretação de novas situações propostas que precisem dos mesmos conhecimentos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009).

As oficinas temáticas e os Três momentos pedagógicos foram utilizados para organizar a sequência didática “*Bioquímica na escola*” de forma coerente, tanto no que se refere aos conteúdos curriculares como à estrutura cognitiva do estudante, favorecendo a aquisição de habilidades e a construção da aprendizagem significativa. No capítulo 4 será explicitada de forma detalhada seu emprego dentro desta pesquisa.

### **3.2.2. Situações problema**

O problema pode ser definido como “qualquer situação prevista ou espontânea, que produz um certo grau de incerteza e uma conduta tendente à busca da solução” (GIL, 1999 apud SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1201). É utilizado como ferramenta didática desde o início da década dos 70 dentro da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou “Problem Based Learning”, que teve início na Escola de Medicina da Universidad McMaster no Canadá, como uma proposta pedagógica baseada na solução de problemas reais ou simulados (BORGES et al., 2014).

A ABP teve início no Brasil no meio educacional, principalmente em programas de educação de adultos, no entanto, no século XXI é que seu uso foi ampliado para todos os níveis do sistema de ensino (FREITAS, 2012), como uma proposta de partida para a aprendizagem significativa, por colocar os estudantes em uma situação de construção de seus conhecimentos, articulando o contexto real e as temáticas curriculares a serem estudadas (BATINGA, ALMEIDA e CAMPOS, 2005).

Segundo Meirieu (1998, p. 192), uma situação problema é:

Situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Esta aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa (MEIRIEU, 1998, p. 192).

Ressalta-se que o termo obstáculo faz referência à dificuldade que surge no desenvolvimento de uma tarefa. O obstáculo permite iniciar uma aprendizagem por gerar um conflito interno ao sujeito, por mostrar quanto são limitados os conhecimentos prévios para resolver o problema, incentivando ao estudante procurar conceitos novos para superar a dificuldade (BATINGA, ALMEIDA e CAMPOS, 2005).

As tarefas são consideradas atividades elaboradas pelos estudantes como resultado da solução do problema, são formas de o professor mediar o trabalho dos alunos com a finalidade de visualizar o caminho optado pelos estudantes para chegar à solução e suas conclusões ou respostas para o problema. Essas soluções são relacionadas com as alternativas de solução, que podem ser: responder ou comentar a questionamentos não algorítmicos, elaborar desenhos, maquetes, resenhas, artigos, entre outras (MEIRIEU, 1998; SILVA e NÚÑEZ, 2002).

O uso das situações-problema na sala de aula como auxílio didático oferece diversas vantagens, como: fomentar a aprendizagem significativa, desenvolver a autonomia, articular teoria, prática e contexto, desenvolver o raciocínio crítico, favorecer habilidades de comunicação, técnicas, cognitivas e atitudinais, promover o trabalho em grupo e a educação permanente (SILVA e NÚÑEZ, 2002). Para que seu uso seja satisfatório se faz necessário que o professor saiba como elaborar e aplicar uma situação-problema, dado que, de acordo com Freitas (2012), o papel principal do professor é criar as situações-problema e coordenar sua solução.

Mas, como construir um problema? Como aplicá-lo em sala de aula? Para iniciar, é importante ressaltar que as situações-problemas sempre antecedem a teoria, pois, “procura questionar as ideias prévias dos alunos, para construir outras ideias na ascensão de novos conhecimentos científicos” (SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1201).

O problema necessita ser relevante e de interesse dos estudantes para desta forma favorecer a motivação, deve estar vinculado com o dia-a-dia visto que os problemas não serão encontrados só na sala de aula ou na avaliação, são encontrados na “vida” (MEIRIEU, 1998). O problema deve promover um conflito cognitivo para favorecer a construção de conhecimentos novos, deve promover a discussão e permitir várias possibilidades de estratégia para resolver o problema, quer sejam em caráter coletivo ou individual. Outras características do problema e de como deve ser construído são sugeridas por autores como Borges et al., (2014) e Silva e Núñez (2002), tais como:

- Escolher situações de preferência do contexto do estudante, correspondentes ao conteúdo e ligados a situações motivacionais.
- As situações não devem ser muito concisas ou muito amplas.
- Devem ser de fácil leitura e adequados ao nível de conhecimento do grupo.
- Devem possuir pistas (não escondidas) para ativar o conhecimento prévio.
- Devem ter uma contradição inerente à situação-problema (obstáculo).

- Devem ter uma tarefa de busca especificada para os estudantes.
- Devem fornecer aos estudantes recursos (materiais e instruções) para vencer o obstáculo para que possam suscitar uma ou mais operações mentais requeridas.

Por outro lado, sua aplicação requer que os estudantes participem de forma ativa na busca de seu conhecimento, o que implica que:

1. Organizados em grupos, os alunos recebam um problema para examinar, discutir e definir como solucioná-lo, partindo dos conhecimentos que já têm.
2. Os alunos identifiquem aspectos ou dimensões do problema que não compreendem ou não sabem (questões).
3. Os alunos ordenem as questões apontadas por prioridade, planejem e determinem quem, como, quando e onde elas serão investigadas. Todos tentam buscar a solução e compartilhar os achados com o grupo.
4. O grupo retoma as questões iniciais e integra os novos conhecimentos ao contexto do problema.
5. Encontrada a solução do problema, os alunos se auto-avaliam, como indivíduos e como coletivo (BARROWS, 1996 apud FREITAS, 2012, p. 407).

Além disso, requer que o estudante em sua aplicação possua uma predisposição para o aprendizado e acolher as situações-problema como uma nova metodologia de ensino, visto que uma das limitações desta metodologia na sala de aula é a resistência às mudanças, pois nem sempre são bem assimiladas e aceitas por todos os estudantes (MEIRIEU, 1998).

Nesse sentido, este trabalho utiliza as situações-problema para o ensino de ciências como a Química, de acordo com o mencionado por Silva e Núñez (2002, p. 1197):

A ciência como atividade humana pode ser considerada um dos resultados da capacidade de o homem, estrategicamente, desenvolver habilidade de solução de problemas. Justifica-se, assim, a importância desse tipo de atividade no ensino das ciências, sem esquecer que, epistemologicamente, desde o ponto de vista pragmático, atribui-se à atividade de resolver problemas, um peso significativo nesse ensino (SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1197).

As situações-problema propostas no ensino de Química não são uma alternativa de relacionar de forma “artificial” o conhecimento químico com o cotidiano, como exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo. Ao contrário, são propostas como uma alternativa de apresentar situações reais onde o estudante tem que buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. As situações-problema desenvolvidas nesta pesquisa serão apresentadas no capítulo 4.

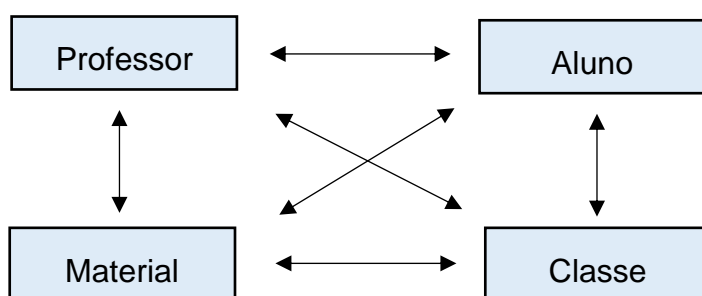
### 3.2.3. Estudo de caso

O estudo de caso é um método definido por Serra e Vieira (2006, p. 10) como “relatos de situações ocorridas no “mundo real”, apresentadas a estudantes com a finalidade de ensinar, preparando-os para a prática”. São considerados como uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas, que tem como finalidade desenvolver atividades nos quais os alunos possam ter contato com problemas reais, estimulando o pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão (SÁ e QUEIROZ, 2009).

Os casos são histórias ou narrativas projetadas para o ensino, sobre situações reais ou fictícias que geralmente envolvem uma decisão, um desafio, uma oportunidade, um problema ou uma questão que o estudante deve resolver. Isso possibilita o desenvolvimento de habilidades nos estudantes, as quais “serão exigidas do tão falado “*profissional do futuro*”” (SERRA e VIEIRA, 2006, p. 15). Entre elas se encontram a capacidade de tomada de decisão, habilidades de resolução de problemas, a comunicação oral e escrita e a interpretação de textos (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

A aplicação dos estudos de caso na sala de aula concede aos estudantes um papel ativo, no qual através do diálogo com o professor são analisados e solucionados os problemas, construindo seu conhecimento. Além disso, sua aplicação de acordo com Serra e Vieira (2006), gera uma sintonia entre todos os envolvidos como é esquematizado na Figura 36, que depende também da qualidade e do bom funcionamento do material didático.

Figura 36 – Relacionamentos no método de estudos de caso.

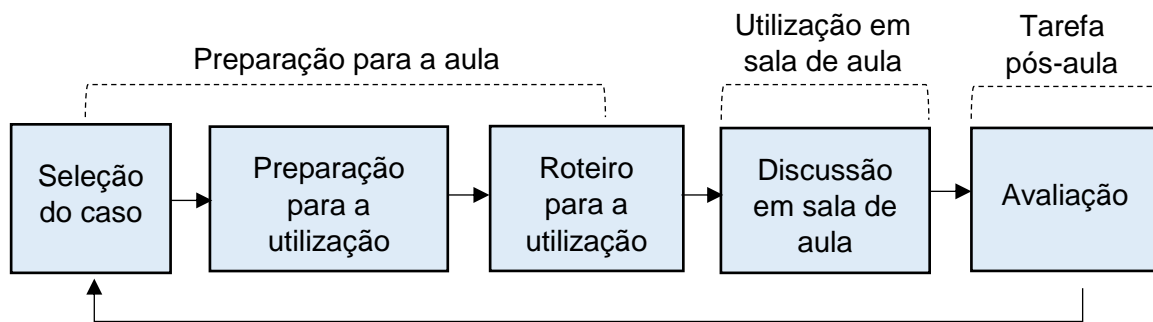


Fonte: (SERRA e VIEIRA, 2006, p. 17).



Para que a aplicação dos casos seja satisfatória dentro do processo de ensino e aprendizagem é importante que o professor e o estudante exerçam tarefas. As tarefas do professor vão desde a elaboração cuidadosa do caso, até sua aplicação e avaliação, o que implica: escolher o assunto principal a ser destacado, elaborar uma lista com os conceitos/habilidades/attitudes que pretende abordar, escolher os objetivos de ensino e aprendizagem, elaborar uma lista de possíveis personagens, elaborar questões para discussão na sala de aula, motivar os alunos orientando-lhes como solucionar o caso e avaliar a aprendizagem após sua aplicação (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014b; SÁ e QUEIROZ, 2009; SERRA e VIEIRA, 2006). Estas tarefas podem ser resumidas na Figura 37.

Figura 37 – Tarefas do professor para a aplicação do estudo de casos.



Fonte: (SERRA e VIEIRA, 2006, p. 50).

Por outro lado, as tarefas do estudante na aplicação do caso são: Identificar e definir o problema, acessar, avaliar e usar informações necessárias à resolução do problema e apresentar sua solução (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014b).

O método de estudos de caso é uma estratégia de ensino empregada na atualidade por professores de ciências como a Química, em práticas educativas ou em pesquisas da área. Alguns exemplos de casos considerados como “bom estudo de caso” por serem curtos, atuais, úteis pedagogicamente, relevantes ao leitor, despertar o interesse, provocar um conflito, criar empatia com os personagens centrais, forçar uma decisão e narrar uma história (HERREID, 1998), destacados nesta pesquisa são: “*A saúde de Maria Eduarda*” relacionado à temática alimentos (PAZINATO, 2012); “*Doping nas Olimpíadas de 2012*”, caso baseado em fatos reais ocorridos durante as Olimpíadas de 2012 em Londres (ROCHA, 2014); “*O problema*

*do meu amigo Antônio*”, o qual foi elaborado utilizando o tema gerador drogas (MIRANDA, 2015); “*A consulta de Mateus*” no qual foram associados conteúdos da Química com os processos odontológicos (STORGATTO, 2016) e “*Sintomas alérgicos*” no qual se abordaram os conceitos pertinentes aos colorantes artificiais presentes em alimentos industrializados dentro da temática cores (KRAISIG, 2016). Os casos desenvolvidos para esta pesquisa serão expostos no capítulo 4.

#### **3.2.4. Atividades experimentais**

A experimentação como ferramenta para a consolidação das ciências naturais iniciou no século XVIII, ao serem submetidas as teorias a situações empíricas. No entanto, até o século XX, especificamente na década de 60, influenciou de forma significativa nos processos de ensino – aprendizagem (GIORDAN, 1999), por ser uma estratégia que complementa as aulas expositivas, incentiva o gosto pela área e permite a participação dos estudantes na construção de seu próprio conhecimento, buscando, reformulando e refletindo, para reestruturar seus conhecimentos, com orientação ou auxílio do professor e de colegas (ANDRADE e MASSABNI, 2011).

Conseqüentemente, a experimentação na educação traz contribuições para favorecer o ensino das ciências, as quais são mencionadas por Oliveira (2010):

1. Motiva e desperta a atenção dos alunos.
2. Desenvolve a capacidade de trabalhar em grupos.
3. Desenvolve a iniciativa pessoal e a tomada de decisão.
4. Estimula a criatividade.
5. Aprimora a capacidade de observação e registro de informações.
6. Orienta a analisar dados e propor hipóteses.
7. Auxilia no aprendizado de conceitos científicos.
8. Corrige erros conceituais.
9. Aprimora habilidades manipulativas.

Por esta razão, a realidade da experimentação como atividade didática estar pouco presente no cotidiano da escola, é considerada por Andrade e Massabni (2011, p. 836) preocupante, posto que

é quando ocorre os primeiros contatos com a Ciência... é um momento crucial para fundamentar a construção de uma visão científica, como sua forma de entender e explicar as leis, fatos e fenômenos da natureza, bem como as implicações socioambientais deste conhecimento (ANDRADE e MASSABNI, 2011, p. 836).

Esta ausência na sala de aula, segundo Moura e Chaves (2009), pode ser devido ao fato de os professores não terem a formação suficiente para ministrar aulas de laboratórios e não possuírem o domínio das técnicas utilizadas nas práticas experimentais. Também pode ser devido à concepção epistemológica do professor da ciência, da experimentação na produção do conhecimento e conseqüentemente na de ensino.

Embora os professores possuam o conhecimento necessário ou a predisposição para utilizar a experimentação na sala de aula, eles apresentam outros desafios com relação à escola, como: quantidade de estudantes, espaço, tempo e materiais, como é citado por Rutherford (apud MOURA e CHAVES, 2009, p. 3):

Um dos desafios é o número excessivo de alunos em sala de aula [...] Agora também uma outra dificuldade nas aulas experimentais específicas de Química, é que os laboratórios de Química são caros. Você precisa de equipamentos no laboratório, você precisa de reagentes e não são coisas baratas (RUTHERFORD apud MOURA e CHAVES, 2009, p. 3).

Em vista disso, o professor deve fazer uso de sua formação pedagógica para solucionar os problemas ou desafios que lhes sejam apresentados no contexto educativo, adaptando e propondo novas metodologias e ambientes de aprendizagem, pois como menciona Galiazzi et al., (2005, p. 8)

Os experimentos escolares não necessitam obrigatoriamente de um espaço sofisticado, embora se reconheça a relevância de um ambiente apropriado para o seu desenvolvimento. Ainda destacamos que na realização de atividades experimentais em sala de aula nem o professor, nem os alunos atuam como cientistas, por isso não acontece a invenção de produtos químicos. Tanto docentes como discentes precisam compreender que neste contexto a natureza da experimentação é de ordem pedagógica (GALIAZZI et al., 2005, p. 8).

Como alternativas, o professor pode utilizar materiais recicláveis, que sejam de fácil acesso para ele e para os estudantes, ou materiais que permitam a contextualização de forma prática. “Se o professor valoriza as atividades práticas e acredita que elas são determinantes para a aprendizagem de Ciências, possivelmente buscará meios de desenvolvê-las na escola e de superar eventuais obstáculos”

(ANDRADE e MASSABNI, 2009, p. 836), exigindo dedicação, pesquisa prévia e tempo para o planejamento.

Por outro lado, o professor pode organizar as atividades experimentais de acordo com as condições do contexto, com os objetivos de ensino – aprendizagem e com as competências para desenvolver com o estudante, em atividades de demonstração, de verificação e de investigação. Algumas características deste tipo de atividades descritas por Oliveira (2010, p. 151) são apresentadas no Quadro 16.

Quadro 16 – Principais características das atividades experimentais.

(continua)

	<b>TIPOS DE ABORDAGEM DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS</b>		
	<b>DEMONSTRAÇÃO</b>	<b>VERIFICAÇÃO</b>	<b>INVESTIGAÇÃO</b>
<b>PAPEL DO PROFESSOR</b>	Executar o experimento; fornece as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
<b>PAPEL DO ALUNO</b>	Observar o experimento; sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações.
<b>ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL</b>	Fechado; estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou aberto (não estruturado)
<b>POSIÇÃO OCUPADA NA AULA</b>	Central; para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem de conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
<b>ALGUMAS VANTAGENS</b>	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos, manifestando sua compreensão dos conceitos abordados.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa, há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.

Quadro 16 – Principais características das atividades experimentais.

(conclusão)

	TIPOS DE ABORDAGEM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
<b>ALGUMAS DESVANTAGENS</b>	A simples observações do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte: (OLIVEIRA, 2010, p. 151).

Esta pesquisa utiliza as atividades experimentais pelo exposto anteriormente e por ser uma estratégia para a “ação” proposta pelos PCN+, segundo os quais as atividades experimentais merecem especial atenção no ensino de Química, por estabelecerem articulações dinâmicas entre teoria e prática, contextualizarem conhecimentos construindo significados aos conceitos, permitirem momentos de estudo e discussão e por cumprirem o “papel essencial, ajudando no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas de vida na sociedade e no ambiente” (BRASIL, 2006, p. 123). Os experimentos aplicados nesta pesquisa serão descritos no capítulo 4.

### 3.2.5. Jogos didáticos

O termo jogo, segundo Soares (2013), no Brasil é muito polissêmico, dado que pode ser entendido de maneiras diferentes, dependendo do contexto e do uso linguístico que às vezes pode ser inadequado. Em razão disso, Kishimoto (1994) menciona que sua definição pode ser vista em três níveis de diferenciação. São eles:

- 1) O resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social: a definição do termo jogo depende do sentido ou significado, que cada sociedade lhe atribui e que se transmite no uso cotidiano através da linguagem.

2) Um sistema de regras: o jogo pode ser considerado como uma estrutura sequencial de regras que especifica sua modalidade e que permite uma situação lúdica que gera diversão.

3) Um objeto: materiais fabricados que caracteriza uma brincadeira.

O jogo no processo de ensino aparece no século XVI, durante o Renascimento, como um elemento educativo que provoca diversão. No entanto teve sua aplicação reprimida devido a educação disciplinadora imposta pela igreja, que considerava que as pessoas que jogavam estavam cometendo pecado (SOARES, 2013). No século XVIII foram criados os primeiros jogos destinados a ensinar ciências, ganhando um espaço como estratégia didática que produz predisposição no estudante para aprender conhecimentos químicos (CUNHA, 2012).

Nem todos os jogos elaborados podem ser considerados como estratégias de ensino, estes devem ter um equilíbrio entre a função lúdica e a apreensão dos conhecimentos, habilidades e saberes (KISHIMOTO, 1994).

Também é importante diferenciar o jogo educativo do jogo didático antes de sua aplicação, dado que os objetivos educacionais são diferentes. Por um lado, o jogo educativo envolve ações ativas e dinâmicas, permitindo o favorecimento de habilidades corporais, cognitivas, afetivas e sociais do estudante, por outro, o jogo didático está relacionado à apreensão de conceitos e/ou conteúdos, sendo, em geral realizados na sala de aula ou no laboratório (CUNHA, 2012). Dessa maneira, os jogos propostos nesta dissertação são considerados como jogos didáticos, dado que além de ser lúdico tem como finalidade o ensino de conceitos químicos.

A elaboração ou escolha dos jogos como auxiliares na construção dos conhecimentos em qualquer área de ensino, segundo Cunha (2012), devem considerar dois aspectos:

O motivacional ligado ao interesse do aluno pela atividade (equilíbrio entre a função lúdica e função educativa); e o de coerência – ligado à totalidade de regras, dos objetivos pedagógicos e materiais utilizados para o seu desenvolvimento em sala de aula. O aspecto de coerência pode ser verificado por meio da testagem prévia do jogo (CUNHA, 2012, p. 95).

Além disso, a elaboração dos jogos exige estabelecer regras de forma explícita para sua aplicação, com a finalidade de evitar um mau uso do jogo, as quais segundo Soares (2013) devem ser de fácil entendimento, muito bem esclarecidas ou discutidas e entregues aos estudantes de forma física. Estas regras podem ter diferentes

origens, posto que podem ser inventadas, adaptadas de outras atividades, aprendidas e aplicadas por tradição e resultantes da estrutura instintiva (habilidades) (CHATEAU, 1984). A aplicação desta estratégia didática na sala de aula, implica que o professor auxilie o estudante no desenvolvimento do jogo e possa por meio deste:

a) motivar os estudantes para atividade; b) incentivar a ação do estudante; c) explicitar, claramente, as regras do jogo; d) estimular o trabalho de cooperação entre colegas no caso dos jogos em grupo; e) procurar não corrigir os erros de forma direta, mas propor questionamentos que possam levar os estudantes a descobrirem a solução; f) incentivar os estudantes para a criação de esquemas próprios; g) estimular a tomada decisão dos estudantes durante a realização dos jogos; h) incentivar a atividade mental dos estudantes por meio de propostas que questionem os conceitos apresentados nos jogos; i) orientar os estudantes, em suas ações, de maneira a tornar os jogos recursos que auxiliem a aprendizagem de conceitos; j) apoiar critérios definidos e aceitos pelo grupo que realiza o jogo, como quem joga primeiro, quem é o mediador etc.; k) estabelecer relações entre o jogo e os conceitos que podem ser explorados; l) explorar, ao máximo, as potencialidades dos jogos em termos de conceitos que podem ser trabalhados, mesmo quando já tenham sido aprendidos em outras séries ou níveis; m) desenvolver os jogos não como uma atividade banal ou complementar, mas valorizar o recurso como meio para aprendizagem; n) gerar um clima de sedução em torno das atividades, desafiando o estudante a pensar (CUNHA, 2012, p. 97).

Conseqüentemente, o estudante dentro da aplicação dos jogos deve ter uma interação lúdica e ativa com o conhecimento, com o jogo e com seus companheiros. Essa interação com o jogo de acordo a Soares (2013), pode ser classificada em níveis, os quais são apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 – Níveis de interação entre o jogo e o jogador.

(continua)

NÍVEL DE INTERAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
I	Atividades lúdicas que primem pela manipulação de materiais que funcionem como simuladores de um conceito conhecido pelo professor, mas não pelo estudante, dentro de algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores ou perdedores, primando-se pela cooperação.
II	Utilização de atividades lúdicas, nas quais se primará pelo jogo na forma de competição entre vários estudantes, com um objetivo comum a todos, podendo ou não ser realizada em grupos. Geralmente jogos de cartas e tabuleiros.

Quadro 17 – Níveis de interação entre o jogo e o jogador.

(conclusão)

NÍVEL DE INTERAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
III	Construção de modelos e protótipos que se baseiem em modelos teóricos vigentes, como forma de manipulação palpável do conhecimento teórico. Elaboração de simulações e jogos por parte dos estudantes, como forma de interação com o brinquedo, objetivando a construção do conhecimento científico, logo após o conhecimento ser estruturado.
IV	Utilização de atividades lúdicas que se baseiem em utilização de histórias em quadrinhos e atividades que se utilizem de expressão corporal em seus diversos níveis.

Fonte: (SOARES, 2013, p. 63).

Alguns exemplos de jogos didáticos utilizados no ensino de Química são: “*Ludo Químico*”, proposta que aborda conceitos de Termoquímica através do uso do tabuleiro do jogo conhecido como Ludo (SOARES e CAVALHEIRO, 2006); “*palavras cruzadas*” recurso didático na aprendizagem de conceitos, definições e episódios históricos relacionados ao conteúdo de teoria atômica (BENEDETTI et al., 2009), “*SueQuímica*” jogo que integra as regras do tradicional jogo de sueca aos conceitos de força ácida, substâncias orgânicas e inorgânicas (SANTOS e MICHEL, 2009) e “*Dados orgânicos*” jogo que relacionou a estrutura das funções orgânicas com a nomenclatura dos compostos, utilizando vários tipos de dados referentes ao tipo de função, ao número de carbonos e ao tipo de ligação (SOUZA e SILVA, 2012). Os jogos didáticos elaborados nesta pesquisa serão descritos no capítulo 4.

### 3.2.6. Contextualização

A contextualização é um termo novo no ensino, que foi inserido na língua portuguesa para ser utilizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, considerando-se como um “recurso para promover inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos ou situações presentes no dia-a-dia dos alunos, é imprimir significados aos conteúdos escolares, fazendo com que os alunos aprendam de forma significativa” (OLIVEIRA, 2005, p. 13). Wartha, Silva e Bejarano (2013) abordam a contextualização

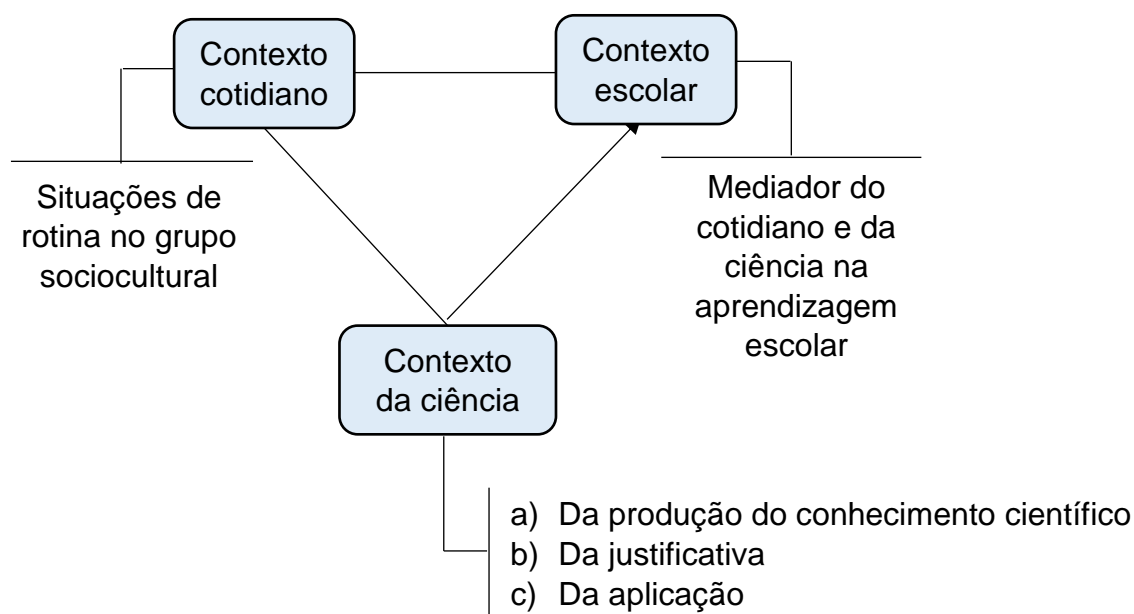


como uma metodologia de ensino, em que o ensino contextualizado “é aquele em que o professor deve relacionar o conteúdo a ser trabalhado com algo da realidade cotidiana do aluno”.

Portanto, contextualizar implicaria incorporar vivências concretas e diversificadas para elaborar novos conhecimentos no contexto da sociedade em que se vive (WARTHA e ALÁRIO, 2005). Não obstante, é importante esclarecer que o termo contextualização e contexto, embora sejam hoje utilizados de forma popularizada ou “trivializada”, são diferentes (SILVA e NUÑEZ, 2007).

O termo “contexto”, que tem origem do latim *contextus*, pode descrever o espaço ou entorno físico ou simbólico, onde se criam diferentes situações que envolvem um ou vários indivíduos, situações que podem fornecer ferramentas culturais e elementos para a interação entre os sujeitos (WARTHA, SILVA e BEJARANO, 2013). Dentro do contexto podem ser construídos conhecimentos, no entanto, de acordo a Silva e Núñez (2007), esses conhecimentos são construídos em contextos específicos e são produzidos em relação a metas significativas para os sujeitos. No caso do ensino – aprendizagem da Química, os contextos específicos a considerar são: o cotidiano, o científico e o escolar, descritos na Figura 38.

Figura 38 – Contextos envolvidos no ensino – aprendizagem da Química.



Fonte: (SILVA e NUÑEZ, 2007, p. 6).

Por outro lado, o termo “contextualização” é o processo de criação de cenários (contextos) para as formulações abstratas dos modelos teóricos, permitindo a construção de significados por meio do aproveitamento de relações vivenciadas e valorizadas no contexto (SILVA e NUÑEZ, 2007; WARTHA, SILVA e BEJARANO, 2013), com as finalidades no processo de ensino – aprendizagem de desenvolver atitudes e valores diante as questões sociais relativas à ciência e à tecnologia, auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e encorajar os estudantes a relacionar suas experiências escolares em ciência com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007).

Além disso, os PCN+ consideram que no processo de ensino – aprendizagem da Química a contextualização contribui no exercício da cidadania a “abarcando competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2002a, p. 30-31).

Esta pesquisa faz uso da contextualização como metodologia de ensino dado que como menciona Wartha e Alário (2005), auxilia na busca do significado do conhecimento a partir do contexto do mundo ou da sociedade, criando condições para que o estudante experimente a curiosidade e a satisfação de construir o conhecimento com autonomia, compreendendo a relevância de aplicar o conhecimento para entender fatos, tendências, fenômenos, processos que o cercam. Para tanto, foram empregadas atividades como: atividades experimentais, situações problema e estudos de caso que foram explicados neste capítulo. Além disso, utilizaram-se atividades como a análise de rótulos e a visualização de filmes como forma de contextualizar os conteúdos de Química.

Os rótulos dos alimentos têm como finalidade informar ao consumidor as propriedades nutricionais, e essa informação pode vir nos rótulos em duas formas:

Um é a propaganda nutricional do tipo descritiva ou comparativa, que apresenta denominações do tipo “rico em fibras”, que aparecem geralmente na parte anterior e mais visível. O outro é a declaração nutricional, ou informação nutricional, que usualmente está na parte posterior da embalagem, apresentando informações referentes a calorias, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, teor de fibras e sódio, entre outros nutrientes (SOUZA et al., 2011, p. 338).

No Brasil, a rotulagem nutricional foi regulamentada a partir de março de 2001, onde segundo a ANVISA os rótulos dos alimentos e bebidas devem conter “o valor calórico, o conteúdo de nutrientes e componentes em forma numérica” (AGÊNCIA

NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2001), tomando como base uma dieta de 2000 Kcal ou 8400 KJ. Entre os nutrientes os rótulos devem especificar: carboidratos, proteínas, gordura Total, gordura saturada, colesterol, fibra alimentar, cálcio, ferro e sódio (RADAELLI et al., 2001). Como se exemplifica na descrição nutricional do iogurte de frutas desnatado apresentado na Figura 39.

Figura 39 – Descrição nutricional do iogurte de frutas desnatado.

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b> Porção de 200 ml (1 copo)		
Quantidade por porção		
		% VD (*)
Valor energético	140 kcal = 588 KJ	7%
Carboidratos	20 g	7%
Proteínas	6,0 g	8%
Gorduras Totais	4,0 g	7 %
Gorduras Saturadas	2,8 g	13 %
Gordura trans	0 g	-----
Fibra Alimentar	0 g	0%
Sódio	80 mg	3 %

Fonte: (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – NEPA, 2004, p. 33)

Percebe-se na Figura 39 que os rótulos nutricionais contêm em sua informação as macromoléculas: carboidratos, proteínas e lipídeos (gorduras totais, gorduras saturadas e gorduras trans), trabalhadas nesta pesquisa. Permitindo a contextualização dos conteúdos químicos e o fortalecimento de habilidades relativas à formação da cidadania, como a tomada de decisão e o posicionamento crítico nos aspectos sociais. Dado que, com análise dos rótulos os estudantes podem observar que nutrientes estão consumindo em cada alimento, além de possibilitar discussões sobre o consumo excessivo dos nutrientes.

Algumas pesquisas que podem ser citadas por utilizarem a análise de rótulos como estratégia para contextualizar são: “*Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química*”, a qual ressaltou a importância do conhecimento químico na compreensão, análise e interpretação da composição química de alimentos (NEVES, GUIMARÃES e MERÇON, 2008); “*De olho nos rótulos: Compreendendo a unidade caloria*” o qual tinha como finalidade facilitar a leitura e a compreensão de rótulos em relação à unidade caloria, instigando uma análise crítica (CHASSOT, VENQUIARUTO e DALLAGO, 2005) e “*Química na odontologia*”, a qual utilizou os rótulos de produtos de higiene bucal (flúor tópico em gel, cremes dentais e enxaguatórios bucais), bebidas

e alimentos, com o objetivo de relacionar que ingredientes poderiam ser “nocivos” à nossa saúde bucal (STORGATTO, 2016). A atividade de análise de rótulo realizada nesta pesquisa será explicada no capítulo 4.

Por fim, os filmes, de acordo com Napolitano (2003, p. 11-12) “ajudam a escola a reencontrar a cultura ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é o campo no qual a estética, o lazer, as ideologias e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte”. Além de auxiliar no processo de ensino – aprendizagem dos mais variados conteúdos a serem abordados, com a apresentação de filmes em forma de documentário, ficção, biografia, etc. (COELHO e VIANA, 2011).

Seu uso como recurso didático na sala de aula no Brasil remonta às décadas de 1920 e 1930, com a finalidade de realizar “mudanças significativas nos processos educacionais, privilegiando o aprendizado centrado na atenção do aluno e incorporando, para a concretização desse processo, ferramentas auxiliares como imagens estáticas, mapas e filmes” (PEREIRA e SILVA, 2014, p. 319).

No entanto, como é destacado por Silva e Davi (2012), um filme não faz sozinho o papel de despertar o conhecimento nos estudantes, pelo qual requer que os professores tenham a disposição de planejar o que vai ser apresentado, estudando o tema do filme e descobrindo como adequá-lo ao eixo a ser trabalhado, analisando a faixa etária dos alunos, o conhecimento prévio, a comunidade na qual está inserido, entre outros tantos fatores que devem ser observados pelo educador com o intuito de não perder o foco na educação.

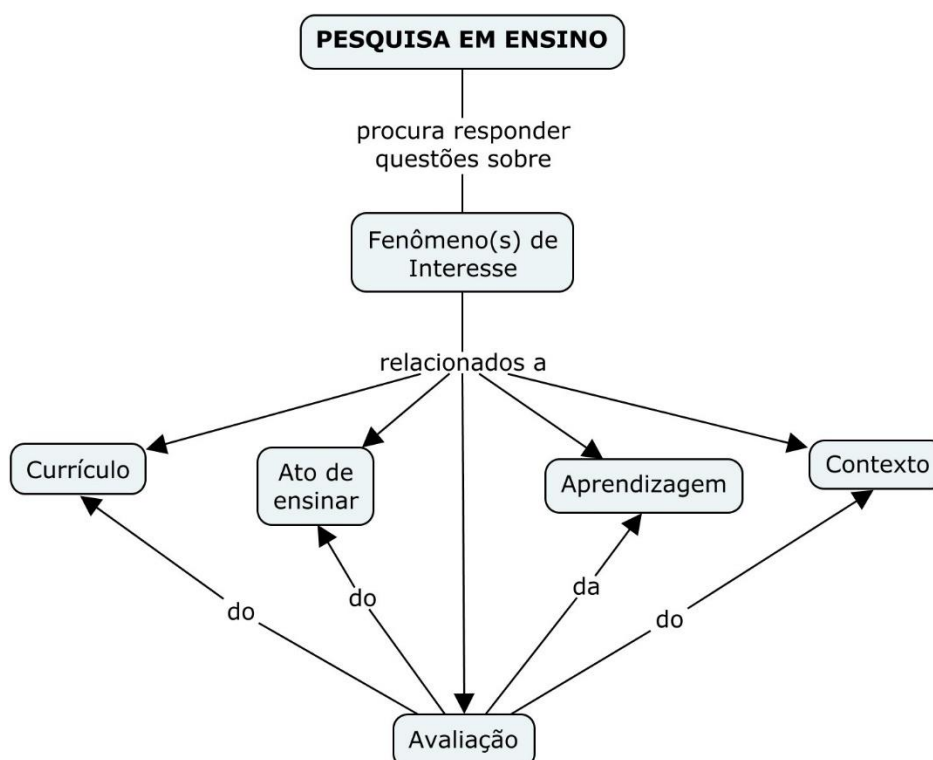
O filme, como é mencionado por Coelho e Viana (2011), é uma prática pedagógica que pode fazer o aluno se interessar pelo conhecimento, na qual o professor direciona a ligação entre o filme e o conhecimento, articula conceitos e contextos e desenvolve reflexões que instiguem os alunos a raciocinar de forma crítica. Entre os filmes de caráter comercial de sucesso que abordam, direta ou indiretamente, conceitos de Bioquímica, Leal (2012) destaca: “*GATTACA*”, “*A ilha do Dr. Moureau*” e o “*Óleo de Lorenzo*” os quais foram utilizados nesta pesquisa dentro da oficina temática com enfoque no ensino de Lipídeos, como forma de conscientizar os estudantes da presença dos ácidos graxos nos alimentos e de sua relação com doenças e tratamentos medicinais.

## CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A pesquisa pode ser definida como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (GIL, 2002, p. 17), o que está de acordo com Luna (2011, p. 15), referindo-se à pesquisa como “produção de conhecimento novo, relevante teórica e socialmente fidedigno”. A pesquisa é desenvolvida, de acordo com Gil (2002), mediante a seleção cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos, os quais dependem do caráter ou abordagem da pesquisa (qualitativa ou quantitativa).

A pesquisa em ensino, segundo Moreira (2003), tem como estudo o efeito de aspectos contextuais do processo de educação, tais como: ensino, aprendizagem, avaliação, currículo e contexto. Assim, os eventos focalizados pela pesquisa em ensino são “episódios, acontecimentos, situações, relativos a ensino, aprendizagem, currículo, contexto e avaliação ou à combinação deles” (MOREIRA, 2003, p. 5), conforme ao mapa conceptual da Figura 40.

Figura 40 – Mapa conceptual: Elementos envolvidos nos fenômenos de interesse da pesquisa em ensino.



Fonte: (MOREIRA, 2003, p. 6).

Nessa perspectiva, a pesquisa apresentada neste trabalho é considerada como uma pesquisa de ensino com abordagem predominantemente qualitativa, que, de acordo com a Firestone (1957 apud MOREIRA, 2003), busca a compreensão do fenômeno social segundo a perspectiva dos atores, através da participação em suas vidas, procurando a explicação interpretativa; heurísticas ao invés de algoritmos. A pesquisa qualitativa tem segundo Lüdke e André (1986, p. 44) cinco características básicas, tais como:

1) tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; 2) os dados coletados são predominantemente descritivos; 3) preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; 4) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; e 5) a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 44).

Também é considerada, de acordo com a sua natureza como uma pesquisa aplicada, uma vez que necessita para a solução do problema a comprovação prática, por meio de experimentos e/ou observações de determinado contexto. Este tipo de pesquisa se estrutura em: fundamentação teórica, metodologia da pesquisa (empírica), a qual deve possuir ferramentas ou instrumentos para coleta, análise e discussão dos dados (CORRÊA, 2010; GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Nesse caso, esta pesquisa tem como problema a ser solucionado de forma empírica: **Como a implementação de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, pode favorecer a aprendizagem significativa da Bioquímica Orgânica no ensino médio?**

Além disso, classifica-se esta pesquisa em relação aos objetivos como uma pesquisa explicativa, dado que esse tipo de pesquisa “tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (GIL, 2002, p. 42). Diante disso, destaca-se a elaboração e aplicação da sequência didática como fatores que podem contribuir no fortalecimento de conhecimentos pedagógicos e didáticos dos professores em formação inicial. Além de favorecer a aprendizagem significativa de conceitos científicos por parte dos estudantes do ensino médio.

A presente pesquisa está organizada em três fases. Na primeira, buscamos os referenciais teóricos que fundamentam de forma conceitual a pesquisa, abordando um referencial pedagógico a respeito da aprendizagem significativa e disciplinar ou

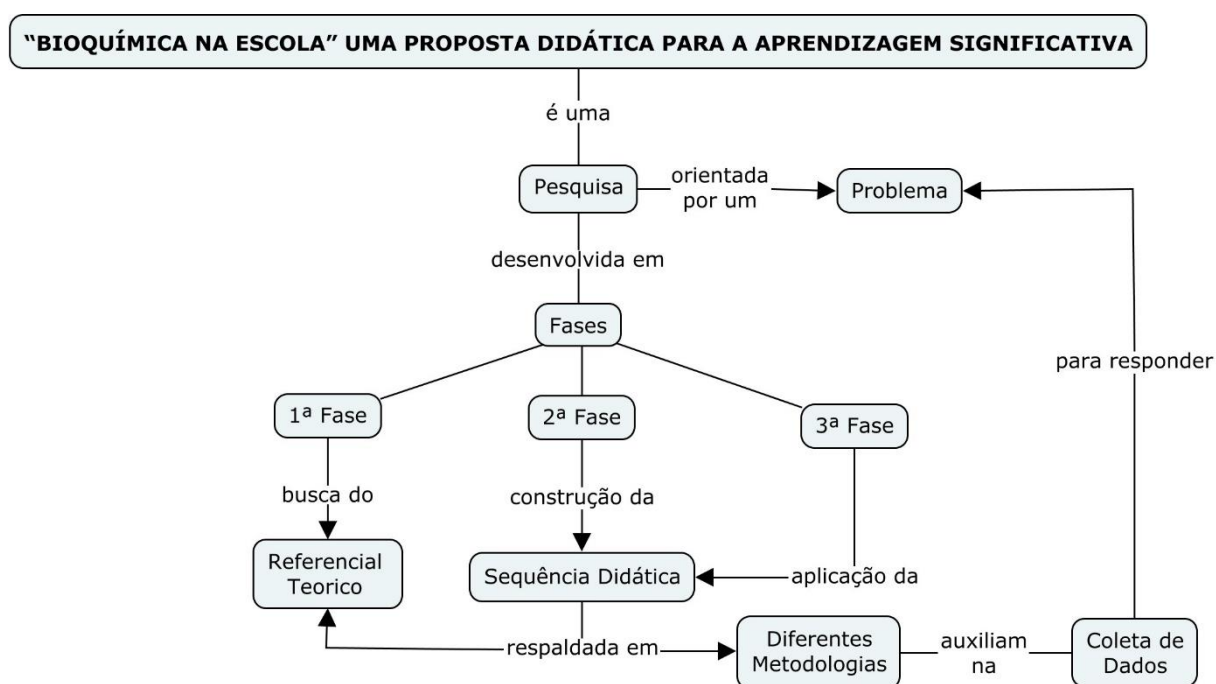
científico referente aos conteúdos a serem ensinados de Bioquímica Orgânica, apresentados nos capítulos 1 e 2.

A segunda fase foi destinada à elaboração da sequência didática “*Bioquímica na escola*”, com a participação ativa dos professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Maria. Esta elaboração foi desenvolvida a partir de orientações teóricas e práticas, que deram suporte à construção da sequência com as metodologias de ensino descritas no capítulo 3.

Posteriormente, na terceira fase, foram aplicadas em sala de aula as intervenções organizadas em “*Bioquímica na escola*”, com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa de conceitos de Química correspondentes à Bioquímica Orgânica.

As fases apresentadas podem ser resumidas conforme a Figura 41.

Figura 41 – Mapa conceitual: Fases de desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Autores

Para continuar o presente capítulo, descreve-se os instrumentos para a coleta de dados, a realização da sequência didática “*Bioquímica na escola*” de forma cooperativa com o grupo PIBID e o desenvolvimento das intervenções em sala de aula. Destacamos que o contexto e os sujeitos envolvidos na pesquisa, em cada fase

foram diferentes. Mas, são contextos que se articulam no meio escolar e que compartilham a finalidade de favorecer a aprendizagem significativa. Além disso, consideramos, conforme o mencionado por Lakatos (1989 apud LEMOS, 2005, p. 38), que a aprendizagem significativa “deve ser explicitamente discutida e utilizada no contexto escolar, na formação de professores e nas investigações sobre o processo de ensino e de aprendizagem de ciências”.

#### 4.1. INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A coleta de dados compreende o conjunto de operações por meio das quais o modelo de análise é confrontado aos dados coletados, por meio de instrumentos que sejam capazes de fornecer a informação adequada para verificar a solução do problema (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Assim, é importante definir, entre os diferentes métodos de coleta de dados, instrumentos que possam prover à pesquisa informação pertinente para sua análise e conclusão.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados nas intervenções da fase 2 e 3 foram: questionários, produções textuais, atividades que compõem a sequência didática “*Bioquímica na Escola*”, observações e anotações do pesquisador.

Os questionários são uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, etc.” (GIL, 2008, p. 121). A utilização destes na pesquisa permitiu identificar conhecimentos prévios dos professores em formação inicial e dos estudantes da escola onde foi feita aplicação, contribuições na formação docente do grupo PIBID e indícios de aprendizagem significativa nos estudantes.

Quanto às produções textuais, as mesmas foram utilizadas como instrumento para a coleta de dados, visto que a elaboração de textos possibilita aos estudantes a construção de seu conhecimento, relacionando os conhecimentos prévios tais como ideias e/ou concepções com o conhecimento novo, o qual pode ser orientado ou autônomo na busca de informação. Algumas produções textuais a destacar são as soluções dos estudos de caso propostos e os relatórios das práticas experimentais.

As atividades que compõem a sequência didática “*Bioquímica na Escola*”, as quais acompanharam os estudantes nas diferentes intervenções, permitindo que os



estudantes aplicassem o que foi aprendido nas diferentes aulas, possibilitando à pesquisadora identificar possíveis erros conceituais a serem corrigidos, antes que estes agregassem na estrutura cognitiva do estudante, impedindo uma aprendizagem significativa equivocada.

Por último, a observação da pesquisadora é considerada um instrumento de coleta de dados, que

faz uso dos sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade. Ela consiste em ver, ouvir e examinar os fatos, os fenômenos que se pretende investigar. A técnica da observação desempenha importante papel no contexto da descoberta e obriga o investigador a ter um contato mais próximo com o objeto de estudo (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 74).

O tipo de observação é considerado como observação participante, visto que a pesquisadora participou de forma ativa na aplicação de atividades com o grupo PIBID e nas intervenções em sala de aula. Este tipo de observação permite ganhar a confiança do grupo, obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos, captar uma variedade de situações ou fenômenos que não são obtidos por meio de perguntas e apreender o que há de mais imponderável e evasivo na vida real (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

#### 4.2. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”

A sequência didática “*Bioquímica na escola*”, a qual desde agora denominaremos como SD, foi uma construção orientada dos professores em formação inicial pertencentes ao grupo PIBID de Química da Universidade Federal de Santa Maria, conforme mencionado na segunda fase da pesquisa. Sua participação nesta pesquisa se justifica, porque segundo Gandin e Carrilho (2006), um problema do planejamento é a ausência de capacitação ou formação para sua elaboração. No entanto, conforme mencionado no Art. 6 do documento do Ministério da Educação (MEC) que dispõe sobre as diretrizes curriculares, dentro dos cursos de formação de docentes, a construção do projeto pedagógico deve favorecer diferentes competências, entre elas, as competências referentes ao domínio do conhecimento pedagógico.

### O conhecimento pedagógico:

refere-se ao conhecimento de diferentes concepções sobre temas próprios da docência, tais como, currículo e desenvolvimento curricular, transposição didática, **contrato didático, planejamento, organização de tempo e espaço, gestão de classe, interação grupal, criação, realização e avaliação das situações didáticas, avaliação de aprendizagens dos alunos**, consideração de suas especificidades, trabalho diversificado, relação professor-aluno, análises de situações educativas e de ensino complexas, entre outros. São deste âmbito, também, as pesquisas dos processos de aprendizagem dos alunos e os procedimentos para produção de conhecimento pedagógico pelo professor (BRASIL, 2002b, p. 48, grifo nosso).

Por conseguinte, a capacitação para a elaboração dos planejamentos deve estar inclusa dentro dos currículos das instituições formadoras de professores. A capacitação dos professores é considerada por diferentes autores como fraca ou muitas vezes ausente, por considerar, como menciona Saviani (2009), que a formação pedagógica e didática virá em decorrência do domínio dos conteúdos da disciplina a ensinar, sendo adquirida na própria prática docente. Desta forma, esta pesquisa contribui no fortalecimento do conhecimento pedagógico e didático dos professores em formação inicial, por meio da elaboração orientada de forma teórica e prática da SD e sua posterior aplicação na sala de aula.

#### **4.2.1. Contexto e sujeitos da pesquisa na elaboração da SD**

A construção da SD foi desenvolvida no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), uma instituição de ensino superior pública e federal brasileira, localizada na cidade Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul. A UFSM oferece aproximadamente 88 cursos de graduação presenciais e 12 cursos de graduação a distância. Entre os cursos de graduação presenciais encontra-se a Química – Licenciatura, curso diurno do qual os professores em formação inicial participantes desta fase da pesquisa são estudantes.

A pesquisa contou com a participação voluntária de 6 sujeitos, 4 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, com idades entre 20 e 26 anos, pertencentes ao sexto semestre do curso. Os quais foram denominados como PFI (PFI1 a PFI6), para preservar a identidade de cada sujeito.

#### 4.2.2. Descrição da construção da sequência didática “*Bioquímica na escola*”

A SD foi construída no decorrer do 2º semestre do ano 2015 em três etapas, que envolvem diferentes intervenções (sendo que cada encontro entre pesquisadora e PFI para a realização e/ou socialização das atividades é considerada uma intervenção). A primeira etapa foi a apresentação da proposta aos PFI, a segunda foi destinada à orientação metodológica de forma teórica e prática, por meio de atividades que possibilitassem a exemplificação e aplicação da teoria apresentada. Estas orientações contribuíram na elaboração da SD durante a terceira etapa.

É relevante mencionar que foi adicionada uma quarta etapa intitulada de “*reflexão*”, a qual foi desenvolvida após aplicação da SD em sala de aula, para fins de análise e organização do tratamento de dados pela pesquisadora. Dentro desta etapa foram analisadas as contribuições da elaboração e aplicação da SD na formação inicial de professores.

As diferentes etapas são descritas em forma de mapa conceptual na Figura 42.

Figura 42 – Mapa conceptual: Etapas da construção da sequência didática “*Bioquímica na escola*”.



Fonte: Autores.

O Quadro 18 apresenta de forma simplificada as etapas, intervenções, tempo demandado para seu desenvolvimento e atividades.

Quadro 18 – Etapas para a construção da sequência didática “Bioquímica na escola”.

(continua)

ETAPA	INTERVENÇÃO	TEMPO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA
1	1	2 horas	-Questionário diagnóstico. -Questionário inicial. -Apresentação da proposta.
2	2	2 horas	-Apresentação sobre a sequência didática, as oficinas temáticas e os Três Momentos Pedagógicos. -Atividade: “ <i>análise de uma oficina temática</i> ”.
	3	2 horas	-Apresentação da Taxonomia de Bloom como estratégia para elaborar objetivos de aprendizagem e avaliações. -Atividade: “ <i>Construção e análise de objetivos de aprendizagem</i> ”.
3	4	1 hora	-Questionário sobre conteúdos de Bioquímica. -Divisão de grupos de trabalho para a elaboração das oficinas temáticas que organizaram a SD. -Apresentação sobre o como organizar uma oficina temática.
	5	2 horas	-Organização das oficinas temáticas.
	6	2 horas	-Identificação dos pré-requisitos que o estudante precisa para aprender o conhecimento novo. -Elaboração dos questionários de conhecimentos prévios.
	7	1 hora	-Elaboração do 1MP: “ <i>Problematização inicial</i> ”.
	8	2 horas	-Socialização do 1MP.
	9	2 horas	-Construção dos objetivos de aprendizagem a serem alcançados com a implementação das oficinas temáticas.
	10	2 horas	-Estruturação do 2MP: “ <i>Organização do conhecimento</i> ”.

Quadro 18 – Etapas para a construção da sequência didática “*Bioquímica na escola*”.  
(conclusão)

ETAPA	INTERVENÇÃO	TEMPO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA
3	11	2 horas	-Apresentação dos estudos de caso como metodologia de ensino. -Orientação de como elaborar um “bom” caso. -Atividade: “ <i>Análise de casos</i> ”.
	12	1 horas	-Produção do 3MP: “ <i>Aplicação do conhecimento</i> ”.
	13	2 horas	-Socialização do 2MP e 3MP. -Questionário intermediário.
4	14	1 horas	-Questionário final de Bioquímica.
	15	2 horas	-Questionário final. -Reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem e as contribuições da pesquisa em sua formação.

Fonte: Autores.

Todas as etapas serão descritas detalhadamente nos itens a seguir.

#### 4.2.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta

Na primeira etapa foi apresentada por parte da pesquisadora o projeto “*Bioquímica na escola*” uma proposta didática para a aprendizagem significativa. Foram apresentados os objetivos, o problema e a metodologia, para incentivar o interesse dos PFI a participar de forma ativa no projeto (Figura 43).

Após, aplicou-se dois questionários. O primeiro foi aplicado com a finalidade de identificar o perfil dos sujeitos, com questões que procuravam conhecer algumas características, sua formação escolar, o porquê de sua decisão de ser docente e o nível de ensino de interesse em atuar após sua formação (Apêndice A). O segundo questionário considerado como inicial (Apêndice B), tinha como objetivos: 1. Identificar se os PFI consideram a aprendizagem significativa como um objetivo da educação; 2. Conhecer suas concepções de aprendizagem; 3. Determinar se conhecem as condições para a aprendizagem significativa e 4. Reconhecer o modelo epistemológico adotado (Apêndice B).

Figura 43 – Professores em formação inicial pertencentes ao Grupo PIBID – Química.



Fonte: Autores.

#### 4.2.2.2. 2ª Etapa: Orientação metodológica

A primeira intervenção da orientação metodológica teve início com a apresentação por parte da pesquisadora, sobre o uso das sequências didáticas como estratégias para a organização de atividades, o emprego das oficinas temáticas e dos Três Momentos Pedagógicos como metodologias de ensino.

Em seguida, foi exposto um artigo sobre a oficina temática “*Composição química dos alimentos*” (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014a), a qual utilizou os Três Momentos Pedagógicos para abordar conteúdos químicos, como se expõe no Quadro 19.

Quadro 19 – Oficina temática “Composição química dos alimentos”.

(continua)

MOMENTO PEDAGÓGICO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA
1MP	Momento em que foi solicitado aos sujeitos manifestarem suas opiniões em relação às seguintes questões: O que você sabe sobre os alimentos? Por que nos alimentamos? Você tem uma alimentação saudável? Do que os alimentos são constituídos? Após uma discussão, os estudantes responderam a um exercício de identificação de funções orgânicas nas fórmulas estruturais de compostos presentes na composição química de alguns alimentos.

Quadro 19 – Oficina temática “Composição química dos alimentos”.

(conclusão)

<b>MOMENTO PEDAGÓGICO</b>	<b>ATIVIDADE DESENVOLVIDA</b>
2 MP	Foram abordados alguns tópicos sobre a composição química dos alimentos. Os nutrientes, macronutrientes (carboidratos, lipídeos, proteínas) e micronutrientes (vitaminas e sais minerais), foram relacionados com suas respectivas funções orgânicas.
3 MP	Momento no qual os estudantes responderam a um exercício para a identificação das funções orgânicas nas estruturas dos alimentos, bem como para a classificação destes em macronutriente ou micronutriente e ao tipo de biomolécula à qual pertenciam. Além disso, foi desenvolvida uma atividade experimental de caráter investigativo, com o objetivo de identificar os nutrientes presentes em diferentes alimentos, utilizando soluções como Benedict, Lugol e Biureto.

Fonte: Adaptação de PAZINATO e BRAIBANTE (2014a, p. 3 - 4).

Depois disso, a pesquisadora levantou alguns questionamentos para a análise dos PFI, dentro deles:

- Que características podem ser destacadas em cada momento pedagógico?
- Qual é o papel do professor no desenvolvimento da oficina temática?
- Qual é o papel do estudante no desenvolvimento da oficina temática?

Estes questionamentos foram discutidos, proporcionando o espaço para que manifestassem suas concepções e dúvidas a respeito das oficinas temáticas e os Três Momentos Pedagógicos.

Na segunda intervenção da 2ª etapa, apresentou-se a Taxonomia de Bloom como um sistema que auxilia na elaboração de objetivos de aprendizagem e avaliações. Em seguida, iniciou-se com a atividade “*Construção e análise de objetivos de aprendizagem*” (Apêndice C). Para esta atividade foram formados 3 grupos, cada grupo composto por dois PFI, aos quais foram propostos temas de Química, tais como: estados físicos da matéria, soluções e ligações químicas.

Com os temas, os grupos deviam construir objetivos de aprendizagem, de acordo com os conhecimentos prévios sobre o tema e sobre como fazer um objetivo, que especificassem as ações pretendidas para que os estudantes alcançassem no final do processo de ensino (Figura 44).

Figura 44 – Professores em formação inicial desenvolvendo a atividade “Construção e análise de objetivos de aprendizagem”.



Fonte: Autores.

Depois da socialização, apresentou-se a revisão da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson e Colaboradores (2001), com a finalidade de classificar os objetivos propostos nos diferentes níveis e categorias que a compõem, para indicar o tipo de habilidade e aprendizagem (mecânica ou significativa) que se está favorecendo. Além disso, apresentou-se os verbos de ação propostos na revisão para a reestruturação dos objetivos propostos e construção de objetivos de aprendizagem dos níveis e categorias que não foram contemplados na 1ª parte. A atividade culminou com a socialização dos objetivos, a comparação dos objetivos iniciais e finais e a discussão das dificuldades e contribuições da atividade.

#### 4.2.2.3. 3ª Etapa: *Elaboração da sequência didática*

A terceira etapa corresponde às intervenções 4 a 13 (Quadro 18), sendo que entre cada intervenção os PFI tiveram um tempo de duas semanas a um mês para a organização e elaboração das diferentes atividades. No entanto, de forma não presencial, o trabalho foi orientado pela pesquisadora, o que incentivou a busca do conhecimento pedagógico e disciplinar, a indagação de estratégias de ensino, a organização e o trabalho autônomo na construção da SD por parte dos sujeitos da pesquisa.

A intervenção 4, iniciou-se com a aplicação de um questionário sobre conteúdos de Bioquímica Orgânica para identificar os conhecimentos prévios dos PFI



(Apêndice D), visto que é o tema a ser abordado no desenvolvimento do projeto. Desta forma, faz-se necessário identificar concepções que podem contribuir ou obstaculizar o processo de ensino-aprendizagem. Posteriormente, fez-se a divisão de grupos de trabalho de acordo com a disponibilidade dos PFI participantes, para a elaboração das oficinas temáticas que organizaram a SD. Os grupos foram denominados de Gp.1 a Gp.3, sendo constituídos como se indica no Quadro 20.

Quadro 20 – Grupos de trabalho para a elaboração das oficinas temáticas.

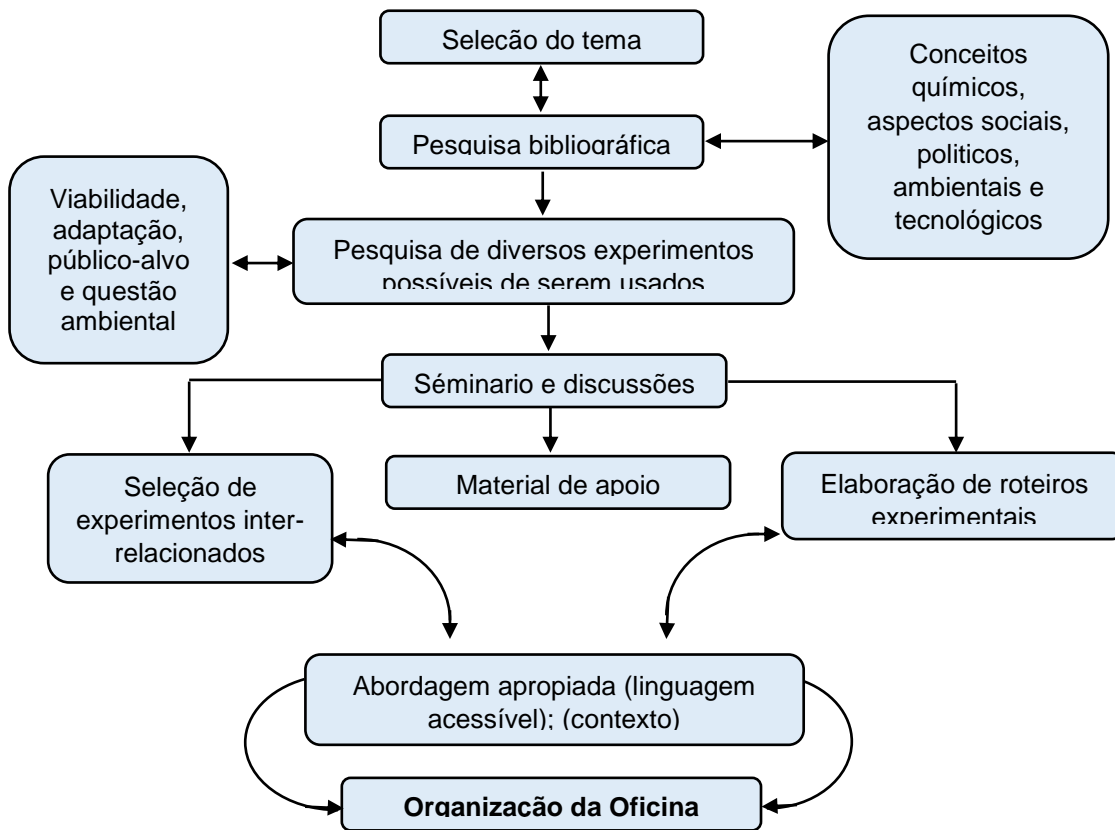
<b>OFICINA TEMÁTICA</b>	<b>GRUPO</b>	<b>PROFESSOR EM FORMAÇÃO INICIAL</b>
Carboidratos	Gp.1	PFI1, PFI5
Proteínas	Gp.2	PFI2, PFI3
Lipídeos	Gp.3	PFI4, PFI6

Fonte: Autores.

Após, a pesquisadora apresentou a metodologia de organização de uma oficina temática, para desta forma iniciar a elaboração da SD. Nesta apresentação, foram abordados os passos para o desenvolvimento de uma oficina temática, tais como: escolher o tema, os experimentos e os conceitos químicos. Os quais, segundo Pazinato e Braibante (2014a), devem permitir a contextualização do conhecimento científico, desenvolver a curiosidade, apresentar um nível de aprofundamento suficiente para o entendimento das situações em estudo e proporcionar uma aprendizagem significativa (Figura 45).

Após a finalização da quarta intervenção, os grupos tiveram duas semanas para a organização da oficina temática, por meio de um trabalho autônomo na busca do referencial teórico (conceitos de Química a serem abordados) e prático (experimentos), com os quais sustentariam seu trabalho. Esta busca bibliográfica foi discutida na quinta intervenção com cada grupo. Neste momento, escolheram-se os conteúdos a serem abordados e as atividades experimentais, as quais foram testadas com a finalidade de elaborar adaptações, saber os materiais necessários, as precauções e detectar possíveis erros antes de aplicar em sala de aula. Dessa forma, obteve-se a informação pertinente que permitiu a organização da oficina temática (Figura 46).

Figura 45 – Elaboração de uma oficina temática.



Fonte: (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014, p. 2).

Figura 46 – Teste da atividade experimental do Gp.2: Identificação de proteínas em alimentos com Biureto.



Fonte: Autores.

Com os conteúdos de Bioquímica estabelecidos, na sexta intervenção cada grupo determinou os pré-requisitos que o estudante precisaria para aprender o conhecimento novo, com a finalidade de elaborar o questionário de conhecimentos prévios que daria início às oficinas temáticas, visto que, segundo com Obaya e Ponce

(2007), dentro da elaboração e/ou desenvolvimento da SD é necessário um primeiro momento, momento de “*informação*” que ajuda a sustentar o “*para que*” está se desenvolvendo a SD?. Neste, investigam-se as concepções prévias dos estudantes, que segundo Ausubel (1978), são as ideias prévias que vão permitir a construção de um novo conhecimento a partir de uma interação não-arbitrária e não-literal.

O “*para que?*” Faz alusão ao objetivo que se almeja alcançar com a aplicação da SD. Neste sentido, o objetivo que promoveu seu desenvolvimento foi: **Favorecer a aprendizagem significativa de bioquímica orgânica, por meio de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, para estudantes da 3ª série do ensino médio.**

O seguinte encontro (sétima intervenção) com os grupos ocorreu após duas semanas de trabalho autônomo, quando iniciaram a construção dos Três Momentos Pedagógicos que fariam parte das oficinas temáticas que organizaram a SD. Para isso, os grupos teriam que levar em consideração as perguntas sugeridas por Obaya e Ponce (2007, p. 19, tradução nossa) que conduziram a estruturação da SD, as quais são:

- *Como?* Implica a articulação entre os conteúdos a serem abordados com as diferentes metodologias de ensino que promovam o interesse dos estudantes.

- *Com que?* Materiais que serão utilizados para a aplicação da SD com os estudantes.

- *Quando?* Refere-se ao tempo que vai ser utilizado para aplicação das atividades, o qual é uma variável importante, por ser um fator limitante em sala de aula. Para esta pergunta, os grupos determinaram um tempo aproximado para a aplicação das atividades propostas.

- *Onde?* Espaço onde será desenvolvida a aplicação.

Neste encontro, foi discutido especificamente o 1MP que cada grupo construiu (Figura 47), o qual incentivou a criatividade dos PFI, pois, os grupos apresentariam o que seria desenvolvido em sala de aula com os estudantes, despertando o interesse de participarem do projeto. A oitava intervenção foi dedicada à socialização dos trabalhos elaborados pelos grupos, composta pela atividade e sua descrição que corresponde às respostas das perguntas propostas no trabalho de Obaya e Ponce (2007), em que algumas sugestões foram feitas por parte dos PFI para melhorar o trabalho e sua aplicação em sala de aula.

Figura 47 – Socialização do primeiro momento pedagógico “Problematização inicial”.



Fonte: Autores.

Para a elaboração do 2MP, conforme Obaya e Ponce (2007), considerou-se a “avaliação”, pois é necessário saber “o que avaliar? Quando avaliar? E como avaliar?”. Isso pode ser definido dentro dos objetivos de aprendizagem.

Por esta razão, com a finalidade de elaborar atividades que favoreçam as diferentes habilidades cognitivas que podem levar a uma aprendizagem significativa, iniciou-se o 2MP com a construção dos objetivos de aprendizagem. Foram utilizados os verbos de ação, níveis e categorias da Taxonomia Bloom revisada para os diferentes conteúdos a serem abordados. Para isso, cada grupo dispôs de duas semanas para elaborar objetivos de aprendizagem, determinando o verbo de ação que especifica o que deve fazer o estudante e o substantivo o qual faz referência ao conteúdo programático proposto.

Na nona intervenção, finalizou-se a elaboração dos objetivos de aprendizagem, indicando a metodologia de ensino que possibilitasse alcançar a ação pretendida, sendo utilizadas as metodologias descritas no capítulo 3.

Com os objetivos de aprendizagem já construídos e as metodologias de ensino já estabelecidas, os grupos tiveram um mês para elaborar as atividades e estruturá-las de acordo com as perguntas mencionadas por Obaya e Ponce (2007). As atividades foram organizadas dentro da SD de forma que permitissem ao estudante percorrer pelos diferentes níveis e classificação da Taxonomia de Bloom para alcançar a aprendizagem significativa. O 2MP finalizou-se com o encontro entre os grupos e a pesquisadora na décima intervenção.

O 3MP foi destinado ao estudo de referenciais relativos à aplicação de estudos de caso em sala de aula. Por esta razão, a 11ª intervenção correspondeu à apresentação, por parte da pesquisadora, de estudos de caso como metodologia de ensino, para desta forma orientar os grupos na elaboração de “bons” casos. Para isso, utilizou-se exemplos de um “bom” caso, tais como o caso “Ameaça nos Laranjais” de Sá e Queiroz (2009).

Após a apresentação, desenvolveu-se a atividade “Análise de casos”, na qual os PFI identificaram no caso “A saúde de Maria Eduarda” (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014b) e nos casos exemplificados no artigo “Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids” (AYYILDIZA e TARHAN, 2013) expostos no Quadro 21, as características que segundo Herreid (1998) devem ser consideradas para um “bom” caso, como: deve narrar uma história, deve ser atual, relevante ao leitor e despertar o interesse pela questão, incluir citações, forçar uma decisão, provocar um conflito, deve ter utilidade pedagógica, produzir empatia com os personagens centrais e deve ser curto (Figura 48).

Quadro 21 – Casos do artigo “Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids”.

TEMA	CASOS
Propriedades dos gases	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alargamento de um balão quando se sopra.</li> <li>- As diferentes formas que poder ter o balão quando é comprimido entre duas mãos.</li> <li>- Sua explosão quando é comprimido demais.</li> </ul>
Propriedades gerais dos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gelo num copo de água.</li> <li>- Gotas de água em uma placa de vidro.</li> <li>- Por que os humanos não podem andar sobre a água igual aos insetos como a mosca?</li> </ul>
Estruturas sólidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que os sólidos como o açúcar, quartzo, diamante e NaCl são cristalinos? E por que o vidro, manteiga e batom não mostram essa propriedade?</li> </ul>

Fonte: Adaptação de AYYILDIZA e TARHAN (2013, p. 408 – 420).

Figura 48 – Professores em formação inicial durante a atividade “Análise de casos”.

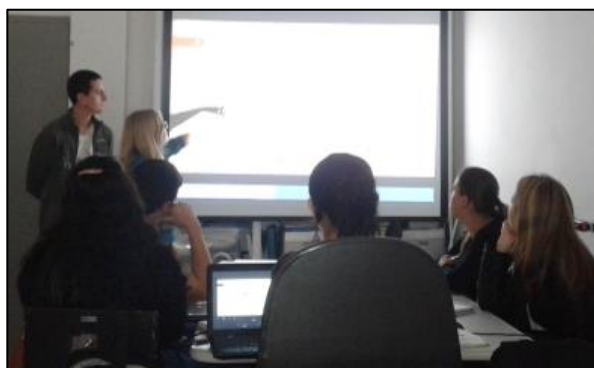


Fonte: Autores.

Após a apresentação e a socialização da atividade, os grupos tiveram aproximadamente duas semanas para elaborar um caso para aplicar no 3MP, o que precisou de uma busca de informação, como doenças devido à ausência ou excesso na dieta alimentícia da biomolécula correspondente a cada grupo, os sintomas, possíveis tratamentos, exemplos de exames médicos, entre outras informações que permitissem sua construção. Na 12ª intervenção, os casos foram apresentados para a pesquisadora, concluindo a elaboração do 3MP.

Com o 2MP e 3MP elaborados e organizados, os grupos socializaram os trabalhos finais na 13ª intervenção (Figura 49), com a finalidade de discutir e contribuir para a elaboração das oficinas temáticas e a construção da SD “*Bioquímica na escola*” apresentada no Apêndice E.

Figura 49 – Socialização dos trabalhos por parte do grupo PIBID.



Fonte: Autores.

Após, os PFI responderam ao questionário intermediário (Apêndice F) para determinar as possíveis contribuições pedagógicas e didáticas para sua formação proporcionada pela elaboração da SD, terminando assim a 3ª etapa e 2ª Fase.

#### 4.2.2.4. 4ª Etapa: Reflexão

Na etapa de reflexão, a qual foi realizada na 14ª e 15ª intervenção (Quadro 18), após a aplicação da SD, aplicou-se um questionário final sobre Bioquímica Orgânica (Apêndice G) e um questionário final (Apêndice H) para identificar a evolução dos conhecimentos didáticos e pedagógicos dos PFI e as contribuições da pesquisa em sua formação. Sendo socializadas as respostas para refletir e discutir sobre as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem durante o desenvolvimento do projeto.

### 4.3. INTERVENÇÕES EM SALA DE AULA COM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”

#### 4.3.1. Contexto e sujeitos das intervenções na aplicação da SD

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes de uma turma da terceira série de ensino médio da Escola Básica Estadual Érico Veríssimo, situado no bairro Perpétuo Socorro da Cidade de Santa Maria – RS. A escola conta com 68 professores e 600 alunos matriculados nos três turnos de funcionamento, em Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação para Jovens e Adultos (EJA). Em relação as dependências disponíveis na escola, as quais permitiram os espaços necessários para aplicação da sequência didática, destacam-se: laboratório de ciências com materiais e vidrarias que possibilitaram a execução de práticas experimentais, laboratório de informática equipado com projetor multimídia e computadores que permitiram a busca de informações e a aplicação de atividades.

A escolha da série se justifica devido aos conteúdos programáticos propostos, conforme mencionado no capítulo 3, de acordo com os PCN+ os conteúdos de Bioquímica correspondem ao currículo educacional de terceira série do ensino médio,

dentro do tema estruturador “*Química e biosfera*”. A turma integrada à pesquisa é composta por 17 estudantes, 10 do sexo masculino e 7 do sexo feminino. No entanto, para a análise dos resultados, foram considerados os estudantes que participaram do início ao fim da SD, visto que, no final da pesquisa a avaliação da aprendizagem de Bioquímica envolve os conceitos de cada oficina.

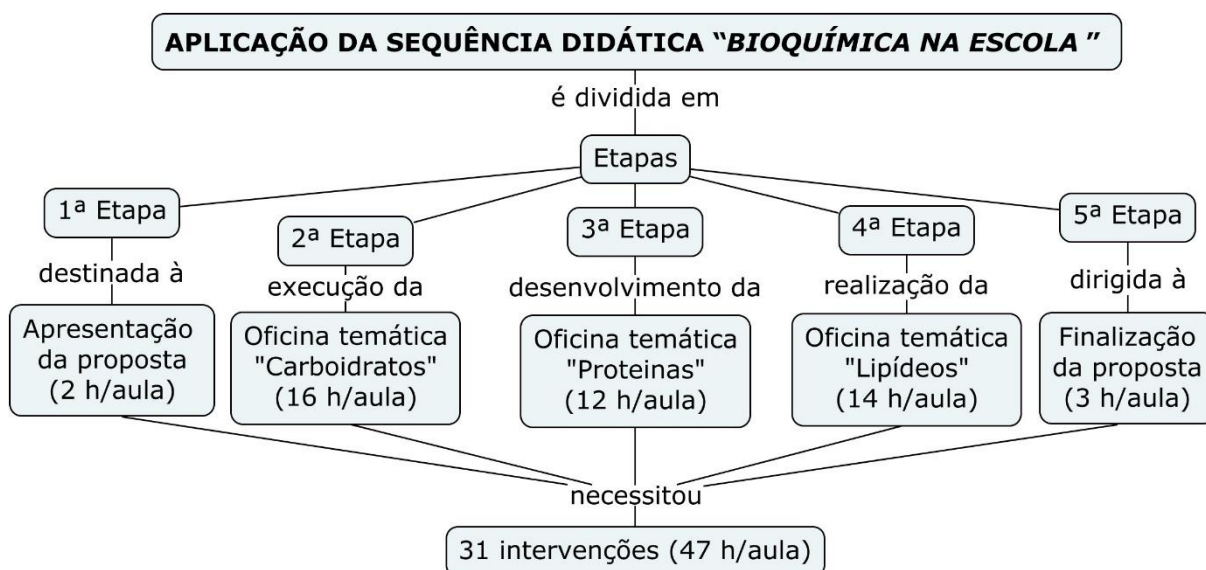
Por esta razão, considerando que a aplicação da oficina temática “*Carboidratos*”, foi desenvolvida com a presença de 70% dos estudantes, pela interrupção escolar referente à greve dos professores estaduais, que deu o direito aos professores e estudantes de escolherem participar ou não das atividades. Esta fase da pesquisa contou com a participação de 12 estudantes (EST), 7 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, com idades entre 16 e 18 anos, os quais foram denominados como EST1 a EST12, com objetivo de preservar suas identidades. Porém, denominou-se ESTn aos estudantes não sujeitos da pesquisa (estudantes que não participaram de todas das atividades), presentes nas diferentes intervenções.

#### **4.3.2. Aplicação da sequência didática “*Bioquímica na escola*” em sala de aula**

A aplicação da SD em sala de aula foi considerada como a 3ª fase da pesquisa, ocorreu durante os meses de maio a outubro do ano 2016, em cinco etapas que constam de intervenções diferenciadas (sendo cada encontro entre pesquisadora, PFI e EST, considerada como uma intervenção). Cada etapa foi realizada com autorização da professora regente da turma, nos períodos de aula da disciplina de Seminário Integrado e ocasionalmente da disciplina de Química. Foram utilizados para esta fase um total de 47 horas/aula, distribuídas em 31 intervenções (Figura 50).



Figura 50 – Etapas da aplicação da sequência didática “Bioquímica na escola”.



Fonte: Autores.

O Quadro 22 apresenta de forma resumida as etapas desta fase, as intervenções, o tempo necessário para seu desenvolvimento (horas/aulas) e as atividades realizadas.

Quadro 22 – Etapas da aplicação da sequência didática “Bioquímica na escola”.

(continua)

ETAPA	INTERVENÇÃO	TEMPO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA
1	1	2 h/aula	-Apresentação da proposta. -Questionário diagnóstico.
2	2	2 h/aula	-Questionário inicial de ideias prévias sobre Carboidratos – 1ª Oficina. -Orientação sobre a sequência didática “Bioquímica na escola”. -Problematização inicial (1MP): “Mensagem invisível”.

Quadro 22 – Etapas da aplicação da sequência didática “*Bioquímica na escola*”.

(continua)

ETAPA	INTERVENÇÃO	TEMPO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA	
	3	1 h/aula	-Organização do conhecimento (2MP). -Atividade: “ <i>O que são os carboidratos</i> ”.	
	4	2 h/aula	-Funções orgânicas (álcool, cetona, aldeído e éter).	
	5	1 h/aula	-Carboidratos. -Atividade: “ <i>Funções orgânicas nos carboidratos</i> ”.	
	6	2 h/aula	-Classificação dos carboidratos. -Atividade “ <i>Mono, Di ou Polissacarídeos</i> ”.	
	7	1 h/aula	-Atividade experimental: “ <i>Carboidratos em alimentos</i> ”.	
	8	1 h/aula	-Funções biológicas dos carboidratos. -Atividade: “ <i>Que função é?</i> ”.	
	9	1h/aula	-Solubilidade e Forças intermoleculares.	
	10	2 h/aula	-Atividade experimental: “ <i>Quais são solúveis?</i> ”. -Solubilidade dos carboidratos.	
	11	1 h/aula	-Aplicação do conhecimento (3MP). -Estudo de caso: “ <i>Débora precisa de ajuda</i> ”.	
	12	2 h/aula	-Entrega e socialização dos casos. -Questionário final – 1ª Oficina. -Encerramento.	
	3	13	1 h/aula	- Questionário inicial de ideias prévias sobre de Proteínas – 2ª Oficina. -Problematização inicial (1MP): “ <i>Leia e aprenda</i> ”.
		14	2 h/aula	-Organização do conhecimento (2MP). -Funções orgânicas (amina e ácido carboxílico).
15		2 h/aula	-Proteínas e aminoácidos. -Atividade: “ <i>Assista e aprenda</i> ”. -Funções biológicas das proteínas. -Atividade: “ <i>Que funções têm as proteínas</i> ”.	
16		1 h/aula	-Atividade experimental: “ <i>Proteínas nos alimentos</i> ”.	

Quadro 22 – Etapas da aplicação da sequência didática “Bioquímica na escola”.

(continua)

ETAPA	INTERVENÇÃO	TEMPO	ATIVIDADE DESENVOLVIDA
3	17	1 h/aula	-Estrutura das proteínas. -Atividade: “Como são as estruturas das proteínas”.
	18	2 h/aula	-Atividade experimental: “Desnaturação das proteínas”.
	19	1 h/aula	-Aplicação do conhecimento (3MP). -Estudo de caso: “Problema na África”.
	20	2 h/aula	-Entrega e socialização dos casos. -Questionário final – 2ª Oficina. -Encerramento.
4	21	1 h/aula	-Questionário inicial de ideias prévias sobre Lipídeos – 3ª Oficina.
	22	2 h/aula	-Problematização inicial (1MP): “Assista e aprenda”.
	23	2 h/aula	-Organização do conhecimento (2MP). -Funções orgânicas (éster).
	24	1 h/aula	-Lipídeos. -Atividade: “Cruzadinha”.
	25	2 h/aula	-Classificação dos lipídeos. -Atividade: “Quais são os lipídeos?”. -Atividade experimental: “Lipídeos em alimentos”.
	26	1 h/aula	-Funções biológicas dos lipídeos. -Atividade: “Jogo: Formação de pares”.
	27	2 h/aula	-Atividade experimental: “Onde são solúveis”. -Solubilidade dos lipídeos.
	28	1 h/aula	-Aplicação do conhecimento (3MP). -Estudo de caso: “Lauren está doente”.
	29	2 h/aula	-Entrega e socialização dos casos. -Questionário final – 3ª Oficina. -Encerramento.
5	30	2 h/aula	-Atividade: feira “Bioquímica na escola”
	31	1 h/aula	-Questionário final (Término das atividades).

Fonte: Autores.

Cada uma das etapas será detalhada nos itens a seguir.

#### 4.3.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta

Inicialmente, na primeira intervenção foi apresentada pela pesquisadora aos EST a proposta de trabalho, explicando que a aplicação seria por meio de três oficinas temáticas, com a participação ativa do grupo PIBID – Química. Posteriormente, a fim de conhecer algumas características, concepções, gostos e expectativas dos sujeitos da turma, aplicou-se um questionário diagnóstico (Apêndice I).

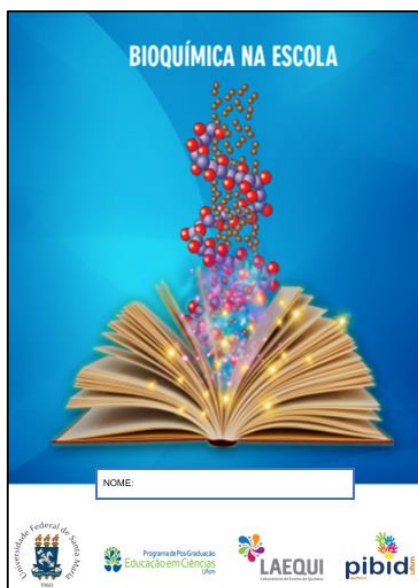
#### 4.3.2.2. 2ª Etapa: Oficina temática “Carboidratos”

Na segunda etapa da 3ª fase desenvolveu-se a primeira oficina temática “carboidratos”, durante as intervenções 2 a 12 (Quadro 22), totalizando 16 horas/aulas. Primeiramente, na intervenção 2 os PFI1 e PFI5 pertencentes ao Gp.1, foram apresentados aos EST, como sendo os responsáveis pelo desenvolvimento das atividades correspondentes a esta oficina. Em seguida, entregou-se um questionário com o fim de identificar se o EST possuía na estrutura cognitiva, conhecimentos prévios que ajudassem na construção do conhecimento sobre funções orgânicas e outros conteúdos que seriam abordados no decorrer da oficina (Apêndice J).

Em seguida, cada EST, recebeu impresso um material didático que continha a sequência didática “*Bioquímica na escola*” (Apêndice E), para ser utilizado nas diferentes atividades a serem desenvolvidas em cada intervenção. Este material foi distribuído pela pesquisadora no início das aulas e recolhido ao final da mesma para um melhor controle (Figura 51).

A utilização da SD iniciou nesta mesma intervenção com o 1MP da oficina temática intitulado “*Mensagem invisível*”. A mensagem foi feita previamente pelo Gp.1, com amido dissolvido em água, visto que se precisava dela seca e dividida em partes para sua aplicação.

Figura 51 – Sequência didática “Bioquímica na escola”.



Fonte: Autores.

O 1MP realizou-se no laboratório de ciências da escola, com a presença de 12 sujeitos. Formou-se para o desenvolvimento desta atividade, 4 grupos de 3 EST, que receberam uma parte da mensagem para decifrar, utilizando como reagente revelador o Lugol. Como ilustrado na Figura 52.

Figura 52 – Estudantes decifrando a “Mensagem invisível”.



Fonte: Autores.

Depois de cada grupo decifrar uma parte da mensagem com o reagente Lugol, o Gp.1 orientou os EST na construção da “Mensagem invisível” (Figura 53).

Figura 53 – Estudantes construindo a “Mensagem invisível”.



Fonte: Autores.

Com a mensagem decifrada, a qual mencionava: *“Olá! Eu sou parte de sua alimentação, sou o que te dá energia e proporciona a glicose na corrente sanguínea para que seu cérebro funcione, porém em excesso posso engordá-lo e em poucas quantidades causar doenças. Estou presente nas massas, frutas, besouros, folhas das árvores e nesta mensagem. Quem sou eu?”*. Os EST foram desafiados pelo Gp.1 a responder à pergunta *“Quem sou eu?”*, para identificar algumas concepções prévias sobre conceitos químicos envolvidos e introduzir a temática *“Carboidratos”*.

Para isso, os EST foram orientados a responder na SD, a atividade da pág. 308 do Apêndice E. Posteriormente, socializaram suas respostas, momento no qual surgiram perguntas por parte dos EST, como:

- EST3: Por que a mensagem ficou roxa?
- EST3: É isso uma reação?
- EST12: Pode ficar de novo invisível?

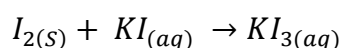
O que permitiu que o Gp.1, explicasse aos EST da turma, o que é o Lugol e sua interação com o amido, levando em consideração a linguagem e o nível de complexidade, evitando o uso de termos desconhecidos que podem além de confundir o EST, impedir a construção do conhecimento de forma lógica com a estrutura cognitiva e os conteúdos a serem abordados.

O Lugol é uma solução de iodo ( $I_2$ ) em equilíbrio com iodeto de potássio (KI) em água destilada (MACFADDIN, 2003), que em contato com amido sofre uma reação de complexação.

O  $I_2$  presente no Lugol é formado por dois átomos de iodo ligados de forma covalente, tendo um caráter apolar, o que tem como consequência sua baixa

solubilidade na água. É por isso, que a composição do Lugol possui KI, dado que sua adição aumenta a solubilidade do iodo por formação do ânion triatômico triiodeto ( $I_3^-$ ), formando o complexo  $KI_3$  (Figura 54), o qual é solúvel na água por ter caráter iônico (SANCHEZ, SANCHEZ e PINTO, 2013).

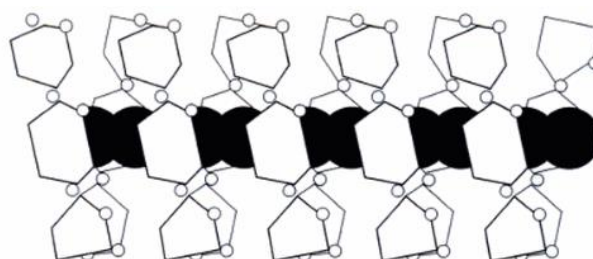
Figura 54 – Reação entre o iodo e o iodeto de potássio para formar o Lugol.



Fonte: (SANCHEZ, SANCHEZ e PINTO, 2003, p. 35).

Quando o Lugol entra em contato com amido, principalmente com a estrutura helicoidal da amilose, um dos compostos do amido apresentado no capítulo 2, forma um complexo de coordenação. No qual, o  $I_3^-$  forma um polímero que é arranjado dentro da hélice não ramificada como se observa na Figura 55, sendo necessárias seis voltas da hélice, cada volta contém seis unidades de glicose em um total de 36 unidades monoméricas, formando um complexo azul o qual vai tornando-se roxo a medida que a reação ocorre (BARREIROS e BARREIROS, 2012).

Figura 55 – Moléculas de iodo arranjadas dentro da hélice da amilose.



Fonte: (MACFADDIN, 2003, p. 392).

No seguinte encontro, iniciou-se o 2MP com o propósito de ensinar os conteúdos científicos necessários para analisar e interpretar situações significativas, através do uso de diferentes metodologias didáticas (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009). O 2MP foi desenvolvido nas intervenções 3 a 11, abordando na ordem apresentada no Quadro 22, os conteúdos químicos referentes à temática

“Carboidratos”, por meio de diferentes atividades relatadas no decorrer desta etapa e expostas no Apêndice E.

Na terceira intervenção, os EST realizaram a leitura do artigo “*Carboidratos garantem energia e boa alimentação*” (VELOSO, 2009), com intuito de iniciar a construção de seu conhecimento (Apêndice E, p. 309). Após, os EST socializaram suas respostas, sobre a definição dos carboidratos e onde estão presentes. Esta atividade favoreceu o nível cognitivo “**Lembrar**” visto que para fornecer as definições, os EST deveriam reconhecer a informação específica (ANDERSON et al., 2001). Informação que precisa ser recordada no decorrer da oficina, para dar-lhe um significado a este e aos novos conhecimentos.

Nesta socialização, o PFI5 destacou a pergunta da atividade, “*De que elementos são constituídos os carboidratos?*”. Pois, estes elementos formariam as diferentes funções orgânicas presentes nas fórmulas estruturais dos carboidratos, tema que seria contemplado na intervenção número 4.

A intervenção 4, iniciou com a pergunta destacada pelo PFI5 na intervenção anterior, o que permitiu abordar as funções orgânicas: álcool, cetona, aldeído e éter de forma contextualizada, com alguns exemplos expostos pela pesquisadora e questionamentos, tais como:

- O que são os álcoois?
- Que relação pode existir entre o álcool presente nas bebidas embriagantes (exemplo mais citado pelos EST durante a primeira pergunta), o álcool que serve como combustível para carros e o álcool etílico vendido nas farmácias para o controle de infecções?

- O que é o removedor de esmalte?
- Sabem o que é a escova progressiva?
- Como vocês consideram que é feita a escova progressiva no salão de beleza?
- Alguma vez vocês foram anestesiados?
- O que é o anestésico?

Os EST aplicaram o conhecimento, classificando diferentes fórmulas estruturais contidas em envelopes nas diferentes funções orgânicas (álcool, cetona, aldeído e éter) como se observa na Figura 56. Para esta atividade cada EST selecionou um envelope dos quatro disponíveis, do envelope era sorteado uma fórmula estrutural e em seguida ele a classificava de acordo com a função orgânica presente. O papel dos outros EST era avaliar à classificação proposta por seu colega,



justificando o porquê podia ser considerada certa ou errada a classificação da função orgânica.

Assim, a pesquisadora verificava como estava sendo construída a aprendizagem dos EST e os possíveis erros a corrigir antes de consolidar-se na estrutura cognitiva dos EST.

Figura 56 – Classificação das funções orgânicas por parte dos estudantes.



Fonte: Autores.


Na quinta intervenção, a qual foi realizada no laboratório de informática da escola por disponibilizar os materiais necessários, como projetor multimídia e computadores, abordou-se os carboidratos, *o que são e onde estão presentes*, relacionando com as funções orgânicas apresentadas na quarta intervenção.

A seguir foi aplicada com os EST a atividade “*Funções orgânicas nos carboidratos*”. Esta atividade permitiu o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para os EST “*lembrarem*” e reconhecerem determinadas informações para o desenvolvimento da atividade, participando de forma ativa na construção de seu conhecimento.

A atividade fornecia aos EST uma descrição do carboidrato, sua fórmula estrutural e uma pergunta com quatro possíveis respostas, como apresentado na Figura 57, com o objetivo de que os EST identificassem a presença das funções orgânicas nos carboidratos exemplificados.

Para seu desenvolvimento, os EST deveriam assinalar o nome correto do elemento ou da função orgânica nas quatro possíveis repostas (Figura 58). Ao final desta intervenção foram realizadas as correções da atividade.

Figura 57 – Atividade “Funções orgânicas nos carboidratos”.



ATIVIDADE

8 / 21

A frutose é um monossacarídeo (açúcar simples) que o corpo pode usar para produzir energia, encontrado em frutas, leguminosas e vegetais. Sua fórmula estrutural é apresentada abaixo, identifique a função orgânica assinalada em vermelho.



A.  ? Aldeído  
 B.  ? Éter  
 C.  ? Cetona  
 D.  ? Álcool

Fonte: Autores.

Figura 58 – Estudantes durante a atividade “Funções orgânicas nos carboidratos”.



Fonte: Autores.

A sexta intervenção foi realizada no laboratório de Química, onde o Gp.1 abordou com os EST a classificação dos carboidratos em: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos, exemplificando sua ocorrência em alimentos, plantas, animais e no organismo.

Posteriormente, o PFI1 organizou os EST em 4 grupos de trabalho com 3 integrantes cada, para desenvolverem a atividade intitulada como “*Mono, Di ou Polissacarídeos*” da SD. Para o desenvolvimento desta atividade o Gp.1 forneceu aos EST rótulos de diferentes alimentos, tais como: feijão, arroz, massa, pão, leite, açúcar,

sucos de caixa, bolacha, refrigerante, leite condensado, batata frita, iogurte, farinha de trigo, presunto e queijo (Figura 59).

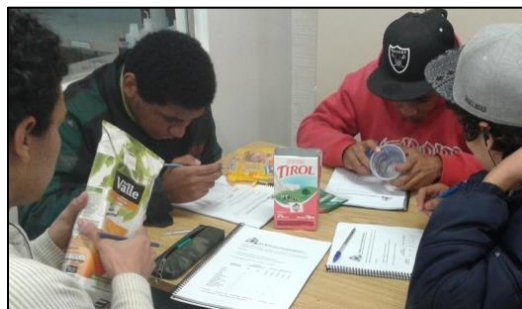
Figura 59 – Rótulos de alimentos fornecidos aos estudantes.



Fonte: Autores.

Os rótulos foram entregues para os diferentes grupos, para que os EST identificassem com ajuda da informação nutricional e dos ingredientes, se o alimento possuía ou não carboidratos. Se a resposta fosse afirmativa, os EST deveriam indicar o ingrediente que proporcionava carboidrato ao alimento e o tipo de carboidrato, como: frutose, lactose, sacarose, amido e glicose (Figura 60). Para isso, o EST deveria utilizar a tabela apresentada na p. 311 do Apêndice E, bem como o conhecimento construído até esta intervenção, estabelecendo conexões que lhes permitam utilizar habilidades, como: compreender, interpretar e dar significado ao conhecimento, correspondentes ao nível cognitivo “**Entender**” (BLOOM, HASTINGS e MADAUS, 1975).

Figura 60 – Estudantes analisando os rótulos dos alimentos.



Fonte: Autores.

A seguir, os EST desenharam as estruturas dos carboidratos identificados, classificando-os em monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. Com a socialização dos resultados, o PFI1 finalizou esta intervenção com os seguintes questionamentos:

- Por que o queijo não possui em sua composição carboidratos?
- O queijo não deveria conter em sua composição o carboidrato lactose igual ao leite?

Sendo, os questionamentos complementados pelo PFI5 com:

- No caso da mortadela e o presunto, por que a mortadela possui carboidratos e o presunto não?
- É normal que a mortadela possua carboidratos sendo um produto feito de carne?

Durante a sétima intervenção, desenvolveu-se a atividade experimental “*Carboidratos em alimentos*” no laboratório de Química (adaptada de Pazinato e Braibante (2014a)). Esta intervenção foi a primeira prática experimental com os EST da turma, na qual o Gp.1 forneceu para os EST algumas recomendações antes de iniciar a atividade, como: não comer no laboratório, manipular de forma responsável os reagentes, o que implica não consumir e/ou cheirar os reagentes e utilizar as quantidades necessárias, não realizar atividades não vinculadas ao laboratório e lavar as mãos depois de cada prática experimental.

A atividade experimental teve como objetivo que os EST verificassem a presença de carboidratos nos alimentos, especificamente o polissacarídeo amido, “**aplicando**” um procedimento empírico específico para a situação. Para isso, o Gp.1 organizou 4 grupos de trabalho com 3 EST cada, os grupos receberam o reagente Lugol e amostras do tipo: banana, laranja, presunto, batata, massa, arroz, pão, mortadela, maçã, amido de milho, farinha de milho, queijo e iogurte.

Com a orientação dos PFI1 e PFI5, os EST adicionaram em diferentes copos descartáveis cada amostra, conforme Figura 61.

Figura 61 – Amostras da atividade experimental “Carboidratos em alimentos”.



Fonte: Autores.

Os EST adicionaram aproximadamente 5 gotas de Lugol em cada amostra, observando e anotando os resultados no material didático disponibilizado (Figura 62). Terminando a intervenção com a socialização dos resultados de cada grupo e o debate com as perguntas elaboradas pelo PF1, como:

- Qual vocês consideram que é a função do amido no iogurte?
- Em contato com o Lugol, a mortadela apresentou coloração diferente do presunto, o que isso indica?

Esta pergunta, fez com que os EST debatessem sobre a diferença do valor e a qualidade da mortadela em relação ao presunto no mercado.

Figura 62 – Estudantes durante a atividade experimental “Carboidratos em alimentos”.



Fonte: Autores.

Na oitava intervenção, os EST elaboraram a atividade intitulada “*Que função é?*” após os estudos do tema (Apêndice E, p. 312) (Figura 63). O principal objetivo dessa atividade é que os EST identificassem as funções biológicas apresentadas em diferentes situações problema, por meio da “**análise**” de elementos relevantes que

permitiram a solução das tarefas solicitadas (ANDERSON, et al., 2001). Sendo a solução justificada com os conceitos de Química abordados e socializada com os demais EST da turma, encerrando assim esta intervenção.

Figura 63 – Estudantes na execução da atividade: “Que função é?”.



Fonte: Autores.

Na nona intervenção, abordou-se os conceitos de solubilidade, soluto, solvente e forças intermoleculares. Ressalta-se que dentre as forças intermoleculares abordadas, destacou-se principalmente as ligações hidrogênio, pois nos carboidratos a solubilidade depende da disponibilidade dos grupos hidroxila para formar ligações hidrogênio com a água. Os monossacarídeos e dissacarídeos se caracterizam por sua alta solubilidade em água, já os polissacarídeos como o amido, a solubilidade é baixa, devido a sua estrutura helicoidal que possibilita a formação de ligações hidrogênio intracadeia, fato que minimiza a interação com a água (JUNIOR, 2008).

As ligações hidrogênio são “atrações intermoleculares na qual um átomo de H ligado a um átomo pequeno e fortemente eletronegativo como O, N ou F, é atraído pelo par isolado de elétrons de outro átomo de O, N ou F” (ATKINS e JONES, 2014, p. 178). Por esta razão, explicou-se as ligações hidrogênio por meio das interações entre as moléculas de água, entre moléculas de água e álcoois (etanol) e entre moléculas de amônia.

Além disso, apresentou-se uma atividade experimental demonstrativa de duas misturas, sendo uma delas homogênea e a outra heterogênea. Para o caso da mistura homogênea, preparou-se uma solução de água com corante azul e uma solução de álcool com corante vermelho, para identificar cada um dos reagentes e verificar se eram solúveis ou não. No caso da mistura heterogênea, misturou-se água com óleo de cozinha, após os resultados, os EST foram questionados:

- Qual é o soluto?
- Qual é o solvente?
- As duas misturas podem ser consideradas uma solução?
- Por que o álcool é solúvel em água?
- Por que o óleo não é solúvel?

Os EST discutiram, socializaram suas ideias e elaboraram suas respostas com o conhecimento construído até esta etapa.

No decorrer desta intervenção, as explicações e exemplos não abordaram os carboidratos, pois o objetivo era auxiliar os EST para o desenvolvimento da atividade da próxima intervenção.

Durante a décima intervenção, a qual correspondeu à segunda atividade experimental desta etapa, intitulada “*Quais são solúveis?*” que foi desenvolvida no laboratório de ciências (Apêndice E, p. 313). Esta atividade foi realizada com o intuito de que os EST formulassem hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água, empregando o conhecimento construído e orientado nas intervenções anteriores. Este tipo de atividade, segundo Anderson e colaboradores (2001), permite o desenvolvimento da habilidade do nível 5, o qual corresponde à categoria “**Avaliar**”. Pois, os EST precisam realizar uma avaliação com base em critérios para justificarem suas respostas, neste caso, as hipóteses estabelecidas.

Para isso, apresentou-se antes da atividade experimental as estruturas químicas dos diferentes solutos utilizados, tais como: sacarose, glicose, amido e frutose (Figura 64).

Figura 64 – Solutos utilizados na atividade: “Quais são solúveis?”.



As estruturas químicas dos compostos deveriam ser utilizadas pelos EST como critério para formular suas hipóteses, relacionando-as com a estrutura do solvente, propondo possíveis ligações hidrogênio que permitiriam sua solubilidade. Formou-se 4 grupos de trabalho com 3 EST, cada grupo recebeu os solutos que foram colocados em diferentes tubos de ensaio, adicionando aproximadamente 5 mL de água em cada tubo e agitando vigorosamente. Desta forma, os EST testaram suas hipóteses, comparando com os resultados obtidos (Figura 65).

Figura 65 – Estudantes na aplicação da atividade “Quais são solúveis? ”.



Fonte: Autores.

Na 11<sup>a</sup> intervenção iniciou-se o 3MP, utilizando-se como estratégia de ensino os estudos de caso, os quais permitiram a elaboração de textos pelos estudantes. Esta atividade foi desenvolvida com o propósito de estimular à escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas por meio da utilização dos conhecimentos adquiridos no 2MP (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009) e as habilidades reforçadas nos demais níveis cognitivos (ANDERSON et al., 2001). Desta maneira, alcança-se o último nível cognitivo, o qual pertence à categoria “**Criar**”, fortalecendo a habilidade de colocar elementos juntos para criar uma nova solução, estrutura ou modelo, dando desta forma, um significado ao aprendizado (Ibid., 2001).

Para isso, formou-se 4 grupos de 3 EST, os quais foram denominados como Ge.1 a Ge.4. Sendo os grupos constituídos: Ge.1: EST3, EST8, EST9; Ge.2: EST4, EST5; EST7; Ge.3: EST1, EST6, EST11; Ge.4: EST2, EST10, EST12.

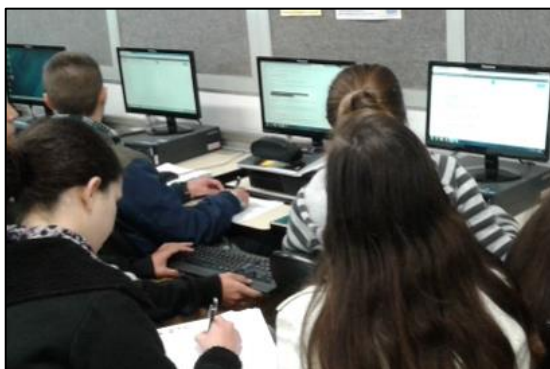
A cada grupo, entregou-se no laboratório de informática o caso “*Débora precisa de ajuda*” (Apêndice E, p. 314), visto que, o laboratório possuía os recursos



necessários para os EST iniciarem sua pesquisa de forma orientada (Figura 66), tais como: computadores e internet. Dentro das orientações fornecidas para a solução do caso, destaca-se os seguintes questionamentos:

- Qual é o tema abordado nesta primeira oficina?
- Qual é o problema que tem que resolver no caso “*Débora precisa de ajuda*”?
- Quais são os conceitos que desconheço?
- Qual é o gênero textual que devo utilizar para organizar a solução do caso?
- Como vou justificar minha solução?

Figura 66 – Grupos de trabalho desenvolvendo o caso “*Débora precisa de ajuda*”.



Fonte: Autores

Após uma semana, desenvolveu-se a 12<sup>a</sup> intervenção, a qual finalizaria a 2<sup>a</sup> etapa e a oficina temática “*Carboidratos*”. Nesta intervenção, socializou-se e entregou-se os casos resolvidos pelos grupos de trabalho, na socialização os grupos apresentaram suas conclusões e argumentos consistentes de suas respostas.

Após, os EST responderam o questionário final (Apêndice K), semelhante ao inicial, para a análise das concepções dos EST pré e pós aplicação da 1<sup>a</sup> oficina “*Carboidratos*” da SD.

#### 4.3.2.3. 3<sup>a</sup> Etapa: Oficina temática “*Proteínas*”

A segunda oficina temática, intitulada “*Proteínas*”, foi desenvolvida na 3<sup>a</sup> etapa, aplicada nas intervenções de número 13 a 20 (Quadro 22), totalizando 12 horas/aulas. No primeiro encontro desta etapa (intervenção n.13), os PFI responsáveis pelas

atividades da oficina, denominados como Gp. 2 (PFI2 e PFI3), foram apresentados à turma. Entregou-se o questionário inicial (Apêndice L) para identificar *subsunções* do tema proteínas e funções orgânicas, como: ácidos carbóxicos e aminas.

Também, dentro desta intervenção foi aplicado o 1MP chamado “*Leia e aprenda*”, momento que foi iniciado pelo PFI3 destacando o trecho da SD: “*Você deve ter ouvido muitas vezes a palavra proteína quando fala com médicos, nutricionistas etc... Muitas vezes, é aconselhável incluir proteínas na dieta com regularidade, pois é um dos nutrientes mais essenciais no corpo. Mas você sabe o que é uma proteína? Leia e aprenda mais sobre as proteínas*”. Para esta atividade, foi disponibilizado um artigo intitulado “*A importância das proteínas na dieta*” (MAIS EQUILÍBRIO, 2009) (Apêndice E, p. 315). Desta forma, o Gp. 2, apresentou a oficina temática n. 2 e alguns conceitos que seriam abordados no decorrer desta. Terminando a intervenção, com a socialização da atividade sobre o texto lido pelos EST, disponível na p. 316 do Apêndice E, a qual foi elaborada com auxílio do artigo mencionado anteriormente.

Na 14ª intervenção teve início o 2MP, com a construção do conhecimento por meio da temática “*Proteínas*”, abordando alguns conceitos de química, para permitir de forma lógica o favorecimento da aprendizagem significativa. Iniciou-se nesta intervenção, com o conteúdo de funções orgânicas, especialmente ácidos carboxílicos e aminas, destacando que estas duas funções são fundamentais para o entendimento dos aminoácidos e suas ligações na formação das proteínas.

Para isso, apresentou-se aos EST as estruturas químicas dos grupos funcionais. Além disso, contextualizou-se a presença das funções orgânicas com alguns exemplos, os quais foram fornecidos primeiramente em forma de pergunta, como:

- Sabem o que é a anilina?
- Para que é utilizada a anilina?
- A que se deve o cheiro desagradável da decomposição da carne? Cheiro que aparece quando deixamos a carne fora da geladeira ou quando um animal morre e está em processo de decomposição. Esta pergunta fez com que o EST11 questionasse: “*O cheiro do ovo podre é também pela presença das aminas?*”
- O que é a nicotina?
- Utilizam o vinagre na preparação de comidas? Conhece sua Química?
- Por que consideram que as frutas como limão e a laranja são ácidas?
- Sabem quais são os medicamentos analgésicos e anti-inflamatórios?

- Conhecem as aspirinas? Sabe o outro nome das aspirinas?

Posteriormente, entregou-se uma atividade de revisão (Apêndice M), para que os EST identificassem em diferentes estruturas as funções orgânicas ensinadas nesta intervenção. Esta atividade foi realizada para que a pesquisadora verificasse se os EST compreenderam o conteúdo ensinado, visto que, este seria a base ou pré-requisito para a construção de seu conhecimento sobre proteínas.

Com a verificação dos pré-requisitos, a 15ª intervenção foi desenvolvida em dois períodos. No primeiro período, o Gp. 2 iniciou o conteúdo de proteínas e aminoácidos. Posteriormente, aplicou-se a atividade “*Assista e aprenda*”, a qual começou com a apresentação de um vídeo (SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS, 2013) que retomava os conceitos abordados pelo Gp.2, tais como: o que são as proteínas, aminoácidos e como se forma a ligação peptídica. Após o vídeo, os EST responderam a atividade da p. 317 do Apêndice E, para reconhecer alguns termos importantes, favorecendo o nível cognitivo “**Lembrar**” (ANDERSON et al., 2001).

No segundo período desta intervenção, o Gp. 2 abordou as funções biológicas das proteínas, iniciando com os seguintes questionamentos, feitos pelo PFI3:

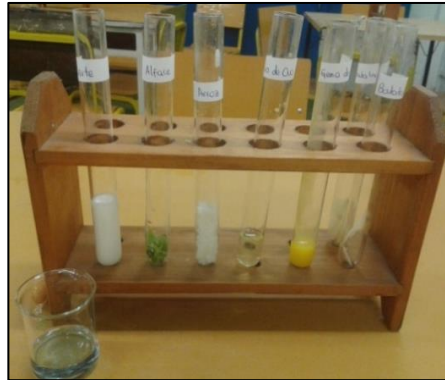
- Sabem o que é a hemoglobina?
- O que acontece com os alimentos em nosso estômago?
- Sabem como nosso corpo reage com a presença de um corpo estranho em nosso organismo? Por exemplo, no caso de uma picada de inseto.
- O que vocês consideram que é a queratina?
- O que vocês consideram que é o colágeno?

Após a explicação, os EST desenvolveram a atividade intitulada “*Que funções têm as proteínas*” (Apêndice E, p. 317). Nesta atividade, os EST deveriam exemplificar por meio de desenhos as funções biológicas das proteínas, estabelecendo conexões entre o novo conhecimento e o previamente adquirido. Compreendendo, interpretando e dando significado aos conceitos, para conseguir “**entender**” e poder com isso fornecer os exemplos, os quais foram socializados ao fim da intervenção.

Continuando com o 2MP, na 16ª intervenção os EST executaram a atividade experimental “*Proteínas nos alimentos*” (Apêndice E, p. 318), adaptada de Pazinato e Braibante (2014a). Nesta atividade, os EST “**aplicaram**” um procedimento específico para verificar a presença de proteínas em alimentos. Para isso, os EST se organizaram em grupos de trabalho, 3 grupos de 4 EST e 1 grupo de 5 EST (contando com a presença de 5 EST, não presentes na oficina n.1). Após o Gp.2 e a

pesquisadora entregaram o reagente Biureto e as amostras, como: leite, gema de ovo, clara de ovo, arroz, alface e batata (Figura 67).

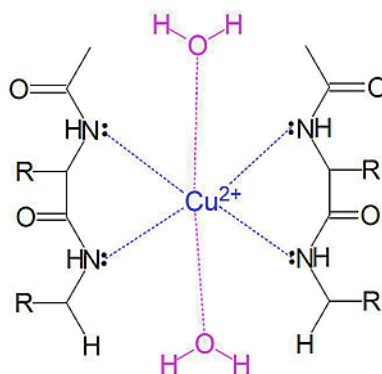
Figura 67 – Amostras para a verificação de proteínas em alimentos.



Fonte: Autores.

O método do Biureto foi utilizado na atividade experimental, por ser uma técnica colorimétrica que constata a presença de compostos protéicos ao identificar as ligações peptídicas que formam as proteínas (ALMEIDA et al., 2013). Este método utiliza como reagente uma solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) dissolvidos em água, para tornar o meio alcalino. A solução em contato com a proteína forma um composto de coordenação de coloração violeta, pela interação entre os íons  $\text{Cu}^{2+}$  do  $\text{CuSO}_4$  e os nitrogênios que formam as ligações peptídicas entre os aminoácidos (BRUNO, 2014) (Figura 68).

Figura 68 – Representação da interação entre o íon cúprico e as cadeias protéicas.



Fonte: (ALMEIDA et al., 2013, p. 38).

Com a orientação do Gp. 2, os EST adicionaram aproximadamente 5 gotas de Biureto em cada amostra, observaram e anotaram os resultados na SD, os quais foram socializados ao fim da intervenção (Figura 69).

Figura 69 – Estudantes na atividade experimental “Proteínas nos alimentos”.



Fonte: Autores.

A 17ª intervenção foi destinada ao ensino das estruturas de proteínas, utilizando como recurso o quadro de giz (Figura 70) e questionamentos para articular o conhecimento já construído nas intervenções anteriores com o novo conhecimento:

- Vocês acham que a estrutura das proteínas pode influenciar nas funções biológicas?
- Qual das estruturas você acredita que é capaz de transportar o oxigênio no sangue?
- Vocês conhecem o nome da proteína que faz esta função?

Figura 70 – Ensino das estruturas das proteínas por parte do Gp. 2.



Fonte: Autores

Após, os EST realizaram a atividade “*Como são as estruturas das proteínas*” (Apêndice E, p. 318), com o objetivo de comparar as estruturas das proteínas e destacar suas semelhanças e diferenças. Para tal, os EST deviam “**analisar**” as estruturas fornecidas na SD e utilizar o conhecimento já construído. Terminando a intervenção com a socialização da atividade por parte dos EST.

O 2MP finalizou na 18ª intervenção, em que se aplicou a atividade experimental “*Desnaturação das proteínas*” de forma orientada por parte do Gp.2 e a pesquisadora. Esta atividade foi desenvolvida no laboratório de ciências, formando 4 grupos de trabalho, cada grupo composto por 4 EST (contando com a presença de 4 EST da turma não presentes na oficina n.1), os quais receberam os materiais necessários (Figura 71) para a execução da atividade experimental, como: fígado, leite, clara de ovo, vinagre, água oxigenada 10%, álcool etílico 98%, tubos de ensaio, becker, pinças, provetas, pipetas e uma lamparina.

Figura 71 – Materiais da atividade experimental “Desnaturação das proteínas”.

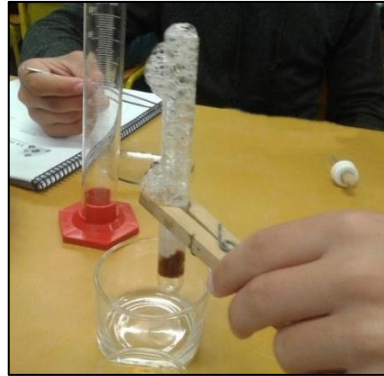


Fonte: Autores.

Dois grupos iniciariam a desnaturação das proteínas por mudança de pH e os outros dois grupos pela mudança de temperatura. Ao finalizar a atividade experimental correspondente a cada grupo, trocaram-se os experimentos, possibilitando que todos os grupos conhecessem os dois tipos de desnaturação das proteínas.

No caso da desnaturação das proteínas por mudança da temperatura, os EST colocaram aproximadamente 1 cm de amostra de fígado em um tubo de ensaio, adicionando 5 mL de água oxigenada, com o intuito de verificar a presença de proteínas (enzima catalase) no fígado. Os resultados foram observados e registrados na SD (Figura 72).

Figura 72 – Estudantes verificando a presença de proteínas no fígado.



Fonte: Autores.

Após, os EST colocaram em um segundo tubo de ensaio, uma outra amostra de fígado e 5 mL de água, aquecendo na lamparina até o “cozimento” do fígado para desnaturar a proteína com a temperatura. Quando o fígado se encontrava “cozido” e a água evaporada, os EST acrescentaram 5 mL de água oxigenada. Os resultados foram observados e registrados na SD (Figura 73).

Figura 73 – Estudante no processo de desnaturação da proteína por mudança de temperatura.



Fonte: Autores.

No caso da desnaturação das proteínas por mudança do pH, os EST inicialmente adicionaram com uma proveta, 20 mL de leite em um becker, acrescentando 20 mL de vinagre. Registrando os resultados na SD (Figura 74).

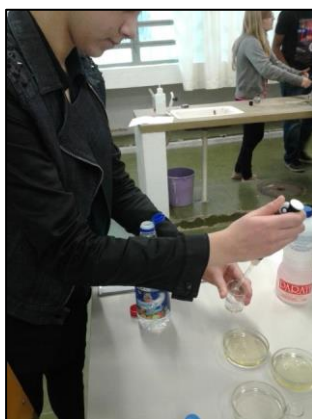
Figura 74 – Estudante executando a atividade experimental de desnaturação das proteínas por mudança do pH.



Fonte: Autores.

A seguir, os EST colocaram uma amostra de aproximadamente 10 mL de clara de ovo em um becker, acrescentaram 20 mL de álcool etílico 98%. Os resultados da atividade foram registrados pelos EST na SD (Figura 75).

Figura 75 – Estudante executando a atividade experimental de desnaturação das proteínas por mudança do pH.



Fonte: Autores.

Com as observações e registros na SD sobre os resultados dos dois tipos de desnaturação das proteínas, os EST formularam hipóteses sobre o comportamento das proteínas com a mudança do pH e da temperatura, explicando o que foi observado com:

- O fígado durante o aquecimento e com a adição da água oxigenada.



- O leite e a clara de ovo com a adição do álcool etílico e o vinagre.

Possibilitando que os EST utilizassem o conhecimento já presente em sua estrutura cognitiva, para realizar avaliações baseados em critérios para justificar suas hipóteses (nível 5, categoria “**Avaliar**”). Além disso, possibilitou à pesquisadora, indagar se o conhecimento já construído tem indícios de aprendizagem significativa ao articular os diferentes conceitos de forma correta, descartando a possibilidade da formação de conceitos errados que podem gerar obstáculos no processo de ensino–aprendizagem.

As hipóteses elaboradas pelos EST foram socializadas para identificar, semelhanças e diferenças nas justificativas fornecidas. Após, o Gp. 2 explicou para os EST o que é a desnaturação e o que ocorreu nos diferentes processos para corroborar com as hipóteses feitas.

Para a explicação dos fatos ocorridos na atividade experimental, o PFI3 articulou os conhecimentos sobre as funções biológicas e as estruturas das proteínas, questionando os EST, com as questões:

- Qual estrutura define a função das proteínas?
- O que acontece quando uma proteína perde sua estrutura?

Estas perguntas foram realizadas, visto que a desnaturação é um processo que ocorre quando as proteínas, são expostas a condições extremas, as quais afetam a estrutura protéica e assim sua função biológica, como mudanças de pH, temperatura, força iônica, entre outras. Estas mudanças fazem com que a proteína perda sua estrutura tridimensional ou seu estado nativo, ou seja, só mantém sua estrutura primária, o que envolve a quebra de ligações hidrogênio e de outras ligações não covalentes (PANDIT, 2008; SADAVA et al., 2009).

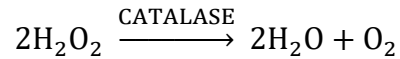
Para o caso da desnaturação das proteínas por temperatura, o PFI3 levantou os seguintes questionamentos para os EST:

- Lembram qual é a proteína que tem função catalizadora?
- O que faz essa proteína com a água oxigenada?
- Por que não aconteceu a mesma coisa quando aquecemos o fígado?

Após a resposta aos questionamentos, explicou-se que a proteína presente no fígado é a catalase, uma proteína quaternária de estrutura semelhante à da hemoglobina, presente no sangue, na medula óssea, nas mucosas e nos rins. A catalase é uma enzima que age como catalisadora na decomposição da água

oxigenada ou peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em água (H<sub>2</sub>O) e oxigênio (O<sub>2</sub>) (MURRAY et al., 2013). Conforme Figura 76.

Figura 76 – Decomposição do peróxido de hidrogênio pela enzima catalase.



Fonte: (MURRAY et al., 2013, p. 118).

A explicação desenvolvida gerou questionamentos nos EST, entre eles, se destacou:

ESTn: *“Quando tenho uma ferida, minha mãe adiciona água oxigenada e diz que a espuma é por causa de uma possível infecção, é isso verdade?”*

Este questionamento permitiu que o Gp. 2 esclarecesse aos EST um erro conceitual muito comum, mencionando que a formação da “*espuma*” ocorre pela liberação de oxigênio, produto da decomposição da água oxigenada, pois o sangue, assim como o fígado, contém a enzima catalase. A liberação de oxigênio produz uma ação antisséptica, eliminando as células bacterianas.

A desnaturação da proteína catalase deve-se à mudança de temperatura, que causa movimentos moleculares mais rápidos na proteína, o que favorece a quebra das ligações hidrogênio e interações hidrofóbicas, modificando o arranjo dos aminoácidos, alterando sua estrutura quaternária e causando a perda da atividade catalítica da enzima (SADAVA et al., 2009). Por esta razão, após o aquecimento a enzima catalase presente no fígado, não reagiu como catalisador na decomposição da água oxigenada.

O Gp.2 abordou a desnaturação das proteínas por mudança de pH. Para isso, o PFI3 levantou os seguintes questionamentos:

- Por que utilizamos só a clara de ovo para a elaboração da atividade experimental?

- Conhecem as proteínas presentes na clara de ovo e do leite?

- Sabem como são feitos os queijos?

A desnaturação das proteínas por mudanças de pH pode mudar o potencial de ionização dos grupos amino e carboxila dos aminoácidos, alterando as atrações e repulsões iônicas da estrutura, modificando a estrutura da proteína presente

(SADAVA et al., 2009). No caso da clara de ovo, com a adição do álcool etílico o qual muda o pH, a proteína presente conhecida como albumina que é solúvel em água, precipita e coagula. A albumina coagulada forma um sólido branco insolúvel em água (sólido que foi observado pelos EST), sendo este processo irreversível, visto que, modifica-se quimicamente a estrutura tridimensional da proteína albumina (VINCENT, 1981).

O outro exemplo, utilizado na atividade experimental, foi a desnaturação da caseína, proteína do leite com adição de vinagre (ácido acético) para mudança de pH, visto que a caseína não sofre desnaturação com o aumento da temperatura. A caseína representa cerca do 3% do leite, é um composto nitrogenado, que forma uma solução coloidal. Sua precipitação através de agentes ácidos é o processo para a elaboração dos queijos, formando com sua coagulação e precipitação uma “nata” insolúvel no soro do leite (LEANDRO, 2013), a qual foi observada pelos EST na atividade experimental.

A 18ª intervenção foi encerrada com exemplos de processos de desnaturação presentes no organismo, questionando se os EST conseguiram identificar algum processo. Neste questionamento, o ESTn mencionou “*no estômago por que tem um pH baixo pelo ácido clorídrico*”, assim, o Gp.2 destacou outros exemplos como: a desnaturação das enzimas pela febre e a desnaturação da queratina presente no cabelo pelo uso das chapinhas e do secador.

Na etapa 3, 19ª intervenção no 3MP, os EST deveriam utilizar o conhecimento já construído e as habilidades favorecidas nos demais níveis cognitivos, para solucionarem o caso denominado “*Problema na África*”. Para isso, os EST deveriam “*criar*” um texto com a solução do caso de forma escrita.

Nesta intervenção se formaram 5 grupos de 3 EST (presença de 3 EST não avaliados) denominados de Ge.1 a Ge.5. Sendo os grupos constituídos: Ge.1: EST1, EST2, EST8; Ge.2: EST3, EST11; ESTn; Ge.3: EST4, EST5, EST7; Ge.4: EST6, EST9, EST12 e Ge.5: EST10, ESTn, ESTn.

A cada grupo entregou-se no laboratório de informática o caso “*Problema na África*” apresentado na p. 320 do Apêndice E (Figura 77).

Figura 77 – Grupos de trabalho desenvolvendo o caso “Problema na África”.



Fonte: Autores.

Para dar início à solução do caso, orientou-se os EST por meio dos seguintes questionamentos:

- Qual é o tema abordado nesta primeira oficina?
- Qual é o problema para resolver no caso “*Problema na África*”?
- Quais são os conceitos que desconheço?
- Qual é o gênero textual que devo utilizar para organizar a solução do caso?
- Como vou justificar minha solução?

Após uma semana, aplicou-se a intervenção número 20, na qual, finalizou-se o 3MP. Nesta intervenção, socializou-se e entregou-se os casos resolvidos pelos grupos de trabalho. Na socialização, os grupos apresentaram suas conclusões, argumentando suas respostas. Após, os EST responderam o questionário final (Apêndice N) sobre a oficina temática “*Proteínas*”.

#### 4.3.2.4. 4ª Etapa: Oficina temática “*Lipídeos*”

A última oficina temática “*Lipídeos*” foi aplicada nas intervenções 21 a 29 (Quadro 22).

Na 21ª intervenção, foi apresentado o Gp.3 formado pelos PFI4 e PFI6. Após sua apresentação, aplicou-se o questionário inicial (Apêndice O) com o objetivo de

identificar ideias prévias na estrutura cognitiva do EST, que pudessem auxiliar ou obstaculizar o processo de ensino–aprendizagem. Para isso, perguntou-se sobre as funções orgânicas, principalmente o éster, o qual seria considerado como um novo conhecimento para os EST, por ser uma função orgânica desconhecida até aquele momento. Além disso, perguntou-se sobre algumas características dos lipídeos, como: classificação da cadeia, polaridade e solubilidade.

A seguinte intervenção iniciou com o 1MP intitulado “*Assista e aprenda*”. Neste momento, assistiu-se ao filme “*O óleo de Lorenzo*” (Figura 78) na sala de informática. O filme baseado em fatos reais dirigido por George Miller em 1992, foi adaptado ao tempo disponibilizado para a intervenção.

Figura 78 – Estudantes assistindo o filme “O óleo de Lorenzo”.



Fonte: Autores.

Após o filme, os EST elaboraram e socializaram a atividade do Apêndice E, p. 321, terminando assim o 1MP.

O 2MP começou com o ensino–aprendizagem da função orgânica éster, por meio de uma atividade de identificação de duas amostras problemas através do olfato. As amostras eram sucos em pó de sabor abacaxi e uva dissolvidos em água, denominadas de solução 1 e solução 2, respectivamente (Figura 79).

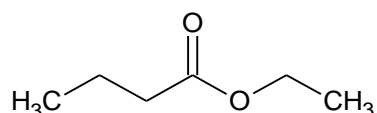
Figura 79 – Amostras problemas.



Fonte: Autores.

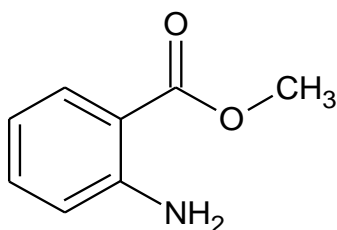
Utilizou-se estas amostras, pois conforme Oliveira (2014, p. 58) os “sabores e aromas artificiais são produzidos a partir do gosto e do cheiro característico de vários compostos químicos, em particular dos ésteres”. No caso das amostras utilizadas, os ésteres responsáveis pelo odor são o butanoato de etila (Figura 80) para o abacaxi e o antranilato de metila para a uva (Figura 81).

Figura 80 – Estrutura do butanoato de etila.



Fonte: Autores.

Figura 81 – Estrutura do antranilato de metila.



Fonte: Autores.

Para o desenvolvimento da atividade formou-se duplas de trabalho, para as quais, entregou-se um tecido e dois copos para as amostras (as amostras não foram

apresentadas aos EST ao início da atividade). Com os tecidos fornecidos, um EST vendou os olhos de seu colega, de tal maneira que ele não conseguia enxergar o que acontecia ao seu redor.

O EST da dupla sem a venda nos olhos apresentou ao seu colega a solução 1, permitindo que este sentisse o odor da amostra para identificar a fruta à qual pertencia o suco da solução, como podemos observar na Figura 82. Após, as duplas trocaram de papel na atividade para desenvolver o mesmo procedimento com a solução 2.

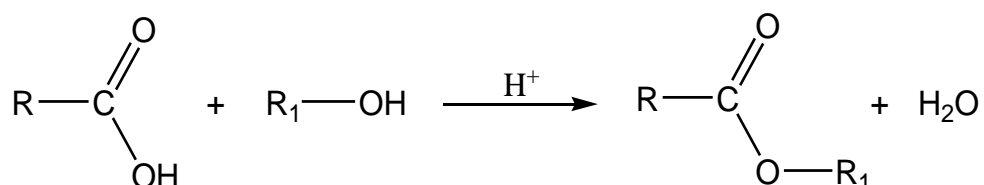
Figura 82 – Estudantes durante a identificação de amostras problemas pelo odor.



Fonte: Autores.

Depois da identificação, a pesquisadora apresentou as estruturas químicas responsáveis pelo odor, destacando a presença da função orgânica éster, sua obtenção pela reação química entre um álcool e um ácido carboxílico na presença de um catalisador ácido, denominada esterificação de Fischer (Figura 83) (OLIVEIRA, 2014) e alguns usos industriais, entre eles o visualizado durante a atividade, sabores e aromas artificiais.

Figura 83 – Reação de esterificação.



Fonte: (OLIVEIRA, F., 2014, p. 58)

Posteriormente, com o intuito de não gerar possíveis confusões e erros conceituais, desenhou-se no quadro a estrutura das funções orgânicas, como: cetona, aldeído, ácido carboxílico e éster, com o fim de identificar diferenças entre as estruturas. Terminando a intervenção com a aplicação do conhecimento já construído pelo EST na identificação das diferentes funções orgânicas (Apêndice P), permitindo desta maneira que a pesquisadora reconheça indícios de aprendizagem do pré-requisito para continuar a oficina temática número 3.

Na 24ª intervenção do 2MP, o Gp. 3 abordou o que são lipídeos e ácidos graxos, questionando os EST com as seguintes perguntas:

- O que consideram que são lipídeos?
- Essas gorduras são só de origem animal?

Após a explicação, utilizou-se como exemplo os ácidos graxos palmítico e o oleico, para questionar aos EST sobre algumas características das cadeias dos lipídeos, tais como:

- Qual das cadeias é considerada uma cadeia homogênea?
- O que é um ácido graxo saturado e insaturado?
- Os ácidos graxos apresentados são ramificados?

Continuando com a intervenção, aplicou-se a atividade denominada a “*cruzadinha*” (Apêndice E, p. 322), jogo didático que tem como característica perguntar alguns termos por meio de definições, o que possibilitou à pesquisadora identificar se os EST “*lembram*” o conteúdo ensinado, reconhecendo dentro das definições proporcionadas o que são os lipídeos e algumas características. A intervenção foi finalizado com a socialização da atividade.

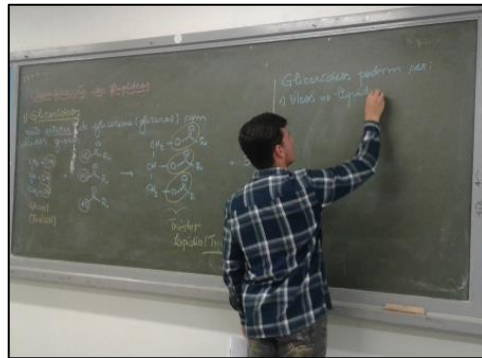
Na 25ª intervenção, o Gp.3 apresentou para os EST a classificação dos lipídeos, tais como: glicerídeos, esteroides, cerídeos e fosfolipídeos. Utilizando como recurso o quadro da sala de aula (Figura 84). A explicação foi complementada com alguns questionamentos e exemplos, por parte do PFI4, como:

- Qual é a função orgânica presente no glicerol e nos ácidos graxos?
- Qual é a função orgânica presente nos glicerídeos?
- Quais são os óleos que vocês conhecem? Qual é origem deles?
- O que entendem por ceras?
- Onde podem ser encontradas as ceras?
- Quais são os hormônios responsáveis pelas características femininas e masculinas?



- O que é a membrana celular?

Figura 84 – Ensino da classificação dos lipídeos pelo Gp.3.



Fonte: Autores.

Após, aplicou-se a atividade “*Quais são os lipídeos*” (Apêndice E, p. 322), onde por meio de um fluxograma os EST classificaram os lipídeos e forneceram exemplos, demonstrando o entendimento e a interpretação do tema (nível 2. “**Entender**”).

Por último, nesta intervenção aplicou-se a atividade experimental “*Lipídeos em alimentos*” adaptada de Pazinato (2012) (Apêndice E, p. 323), para “**aplicar**” um procedimento empírico que verificou a presença de lipídeos em diferentes amostras. Para tal, formou-se 5 grupos de 3 EST (presença de 3 EST não avaliados), a cada grupo foram entregues duas folhas brancas e as amostras para a verificação, tais como: água, refrigerante, leite desnatado, leite integral, margarina, maionese, mel e óleo (Figura 85).

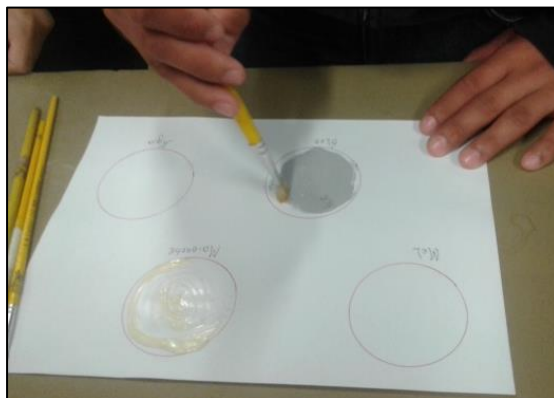
Figura 85 – Amostras para verificar a presença de lipídeos.



Fonte: Autores.

Cada grupo desenhou nas folhas brancas círculos e colocou nestes uma pequena quantidade das amostras, com ajuda de um pincel e uma espátula (Figura 86). Após, os grupos secaram as folhas de papel com o auxílio de um secador, para verificar a presença de lipídeos nas amostras.

Figura 86 – Estudante verificando a presença de lipídeos em diferentes amostras.



Fonte: Autores.

A prova foi considerada positiva para as amostras que deixaram o papel com “*manchas*” gordurosas e translúcidas, a qual é considerada como uma propriedade dos lipídeos. Esta propriedade é devido ao contato com as fibras de celulose do papel que ocupam os espaços vazios entre as fibras deixando a luz ultrapassar (LOZANO e SOLBES, 2014). Considerou-se negativa as amostras que volatilizaram com o calor por possuir água na sua composição. A intervenção terminou com a socialização dos resultados.

A 26ª intervenção correspondeu ao ensino das funções biológicas dos lipídeos por parte do Gp. 3 e a aplicação da atividade “*Jogo: formação de pares*”, suas regras e instruções estão explicitadas no Apêndice E na p. 323. Para seu desenvolvimento, formou-se 7 duplas de trabalho (presença de 2 EST não avaliados) e distribuiu-se as cartas do jogo (Figura 87), indicando a metodologia do jogo.

Figura 87 – Cartas do jogo: formação de pares.



Fonte: Autores.

O jogo incitava os EST a “**analisarem**” as cartas para formação de duplas, relacionando as funções biológicas dos lipídeos com os diferentes exemplos proporcionados em forma de imagem (Figura 88).

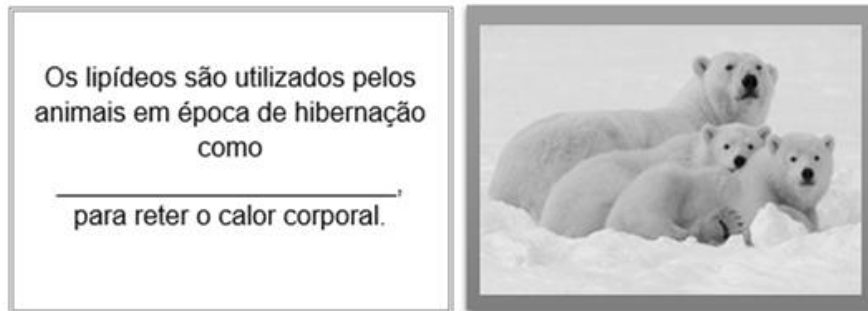
Figura 88 – Estudantes participando da aplicação do jogo didático.



Fonte: Autores.

Para isso, os EST tinham que formar duplas de cartas que relacionavam as descrições com seus correspondentes exemplos (imagens) e mencionar qual era a função biológica dos lipídeos que estavam representados nas cartas. Como é exposto a seguir na Figura 89.

Figura 89 – Exemplo de relações a formar no Jogo: formação de pares.



Fonte: Autores.

Para o controle das respostas, forneceu-se ao iniciar a atividade uma folha guia com as correspondentes descrições, onde os EST assinalariam a dupla formada e a resposta fornecida. A folha guia se apresenta na Figura 90.

Figura 90 – Folha guia para o controle das respostas fornecidas pelos estudantes.

Assinale a dupla formada no jogo da memória e complete com a função biológica exercida pelos lipídeos.

Dupla	Descrição fornecida
	Os cerídeos têm como função a _____, com o propósito de impedir a perda excessiva da água. É encontrado em superfície de folhas e frutos.
	Os lipídeos são utilizados pelos animais em época de hibernação como _____, para reter o calor corporal.
	As lipoproteínas conhecidas como HDL e LDL, têm como função _____ o colesterol, pela corrente sanguínea até os tecidos periféricos.
	São Hormônios lipídicos que têm como função _____ o crescimento do organismo e a reprodução.
	A gordura é acumulada pelos organismos para ser utilizada como _____, após esgotar o glicogênio.
	A bicamada lipídica faz parte da _____ das células. Apresenta uma parte apolar (hidrofóbica) e outra polar (hidrofílica).

Fonte: Autores.

A 27ª intervenção foi desenvolvida no laboratório de ciências durante duas horas. Na primeira hora, o Gp.3 retomou o ensino de alguns termos importantes para o ensino-aprendizagem da solubilidade dos lipídeos, tais como: polaridade, lipossolúveis, hidrossolúveis, hidrofílico, hidrofóbico e forças intermoleculares. Com auxílio do quadro e alguns exemplos mencionados pelo PFI6 (Figura 91).

Figura 91 – Ensino da solubilidade dos lipídeos pelo Gp.3.



Fonte: Autores.

Os exemplos abordaram e relacionaram o conteúdo de lipídeos e o tema de solubilidade, tais como:

- Exemplos de vitaminas lipossolúveis como a vitamina A, E, D e K.
- Exemplos de vitaminas hidrossolúveis como a vitamina B e C.
- Questionamento do por que o sabão remove a gordura da louça?

Embora mencionados alguns termos que auxiliariam no ensino e aprendizagem da solubilidade dos lipídeos, não se mencionou em quais reagentes estes são solúveis, para prosseguir com a atividade “*Onde são solúveis?*” (Apêndice E, p.325). Nesta atividade, os EST deveriam formular hipóteses “*avaliando*” e realizando julgamentos baseados em critérios como polaridade e forças intermoleculares, sobre em quais solventes o óleo de cozinha se solubilizaria (Figura 92).

Figura 92 – Estudantes durante a aplicação da atividade “Onde são solúveis?”.



Fonte: Autores.

Para isso, forneceram-se estruturas químicas de solventes de diferentes polaridades e as estruturas dos ácidos graxos que contém o óleo, como: o ácido oleico, ácido linoleico e ácido palmítico.

Após, o Gp. 3 e a pesquisadora disponibilizaram diferentes solventes como: clorofórmio, álcool etílico, acetona e água, e o soluto a pesquisar sua solubilidade, foi óleo de cozinha. É importante mencionar que para esta atividade experimental se destacaram algumas normas de segurança referentes à utilização dos reagentes no laboratório. Os materiais e reagentes são apresentados na Figura 93.

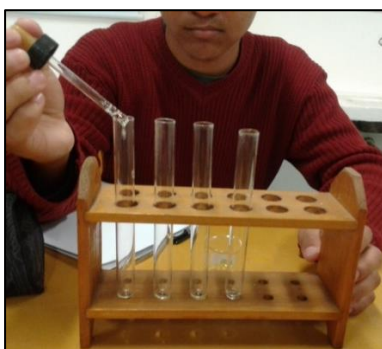
Figura 93 – Materiais e reagentes para verificar a solubilidade dos lipídeos.



Fonte: Autores.

Os EST testaram suas hipóteses e comprovaram de forma empírica a solubilidade dos lipídeos em solventes pouco polares (Figura 94), terminando a intervenção com a socialização dos resultados e a conclusão em quais solventes são solúveis.

Figura 94 – Estudantes comprovando as hipóteses sobre a solubilidade dos lipídeos.



Fonte: Autores.

Durante a 28ª intervenção iniciou-se o 3MP. Neste momento, os grupos de EST para a solução do caso continuaram os mesmos da oficina temática 2 “*Proteínas*”. Posteriormente, o Gp.3 utilizou a sala de informática para trabalhar o caso “*Lauren está doente*” (Apêndice E, p. 326) para “*criar*” o texto com a solução do caso de forma orientada (Figura 95). As orientações foram realizadas, por meio das seguintes perguntas:

- Qual é o tema abordado nesta primeira oficina?
- Qual é o problema a ser resolvido no caso “*Lauren está doente*”?
- Quais são os conceitos que desconheço?
- Qual é o gênero textual para organizar a solução do caso?
- Como vou justificar minha solução?

Figura 95 – Grupos de trabalho desenvolvendo o caso “*Lauren está doente*”.



Fonte: Autores.

Após uma semana, desenvolveu-se a 29ª intervenção, na qual, finalizou-se a 4ª etapa. Nesta intervenção, socializou-se e entregou-se os casos resolvidos pelos grupos de trabalho. Neste momento, os grupos apresentaram suas conclusões e argumentos de suas respostas. Os EST responderam o questionário final (Apêndice Q) sobre a oficina temática “*Lipídeos*”. Finalizando a aplicação da SD.

#### 4.3.2.5. 5ª Etapa: Finalização da proposta

Para finalizar a proposta de ensino-aprendizagem, sugeriu-se a aplicação de uma quinta etapa, a elaboração da feira “*Bioquímica na escola*”, onde os EST apresentaram os conteúdos aprendidos e atividades experimentais elaboradas no decorrer do projeto, com o intuito de retomar os temas abordados na aplicação da SD e apresentar os trabalhos construídos à comunidade escolar (Figura 96).

Figura 96 – Estudantes participando da feira “Bioquímica na escola”.



Fonte: Autores.

Finalmente, aplicou-se um questionário final (Apêndice R) que retomava os conteúdos científicos abordados e explorava a utilização de diferentes habilidades reforçadas no desenvolvimento da SD, para identificar por meio da Taxonomia de Bloom revisada, o nível cognitivo final do EST e o tipo de aprendizagem construído durante a aplicação da SD. Além disso, no questionário final questionaram-se os EST a respeito da proposta apresentada, para conhecer suas opiniões sobre as intervenções aplicadas e suas dificuldades no desenvolvimento da proposta.



## CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos durante as intervenções realizadas na 2ª fase, com a participação dos professores em formação inicial do grupo PIBID e na 3ª fase, com os estudantes de uma turma da terceira série do Ensino Médio de uma escola da cidade de Santa Maria – RS.

Os resultados de cada fase foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) que é “uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES e GALIAZZI, 2006, p.118).

A ATD foi elaborada a partir da construção de categorias *a priori* e *emergentes*. As categorias *a priori* foram construídas para os temas da análise que se conheciam com antecipação, considerando os objetivos da pesquisa e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados com aplicação da sequência didática. No caso das categorias *emergentes*, foram feitas utilizando as informações obtidas nas respostas dos questionários e nas atividades aplicadas no desenvolvimento de cada intervenção, considerando as respostas como o corpus do trabalho (MORAES, 2003).

A construção das categorias iniciou-se com a separação dos textos ou corpus em unidades de significado, o que implicou no recorte das respostas em fragmentos de proposições que possuíam significado para a análise. Em seguida, agrupou-se as unidades de significado semelhantes nas categorias estabelecidas. Por último, elaborou-se os metatextos analíticos com a discussão dos resultados.

Da mesma forma do capítulo quatro, a identidade dos sujeitos da pesquisa foi preservada durante as discussões, utilizando as siglas PFI para denominar os professores em formação inicial (PFI1 a PFI6) e EST para referenciar os estudantes da escola que participaram da pesquisa (EST1 a EST12).

## 5.1. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”

Para a discussão dos resultados desta fase, descreveremos a análise das quatro etapas, sendo a 1ª etapa a apresentação da proposta, a 2ª a orientação metodológica, a 3ª a elaboração da sequência didática e a quarta e última etapa a reflexão dos PFI sobre a proposta.

### 5.1.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta

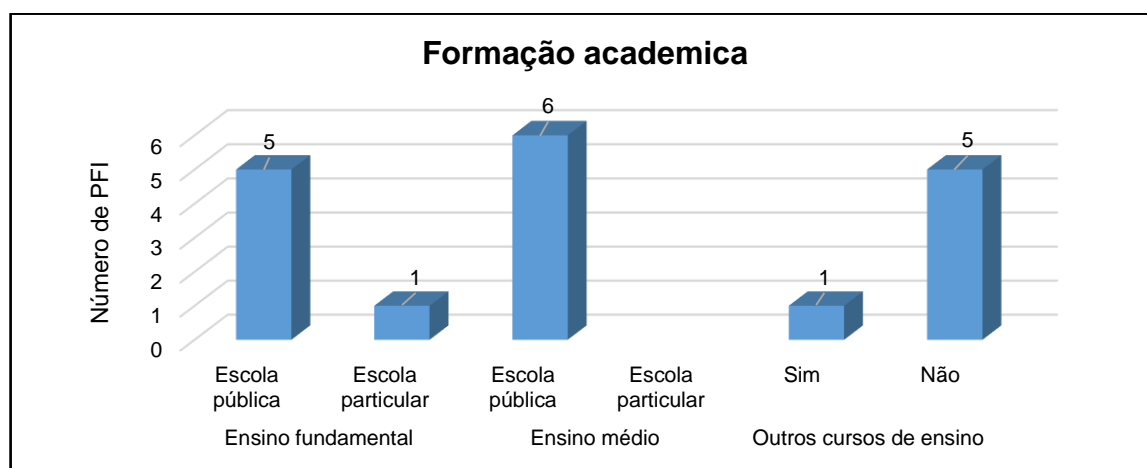
Com a finalidade de identificar o perfil dos 6 sujeitos participantes da pesquisa na 2ª fase, aplicou-se um questionário diagnóstico com questões fechadas e abertas. Foram elaborados os seguintes tópicos para sua análise: Formação acadêmica; Escolha pela profissão docente; Predileção pela docência em ciências e Nível de ensino de interesse para atuação.

#### 5.1.1.1. Formação acadêmica

Os PFI foram questionados sobre sua formação acadêmica, com o objetivo de constatar se possuíam dentro de sua formação cursos que pudessem contribuir na construção de seus conhecimentos pedagógicos e didáticos. Suas respostas foram organizadas na Figura 97 dentro das categorias *a priori*: escola pública e escola particular. Desta forma, é possível perceber que para cada nível de ensino os PFI são um grupo, cuja escolarização ocorreu majoritariamente em escolas públicas (exceto o PFI1, quem teve seu Ensino Fundamental em uma escola particular). Segundo Gil (1991) os PFI começam a desenvolver uma “*pedagogia do senso comum*”, já no período que foram estudantes em suas escolas, uma vez que essa pedagogia faz parte do conhecimento que o professor já dispõe, como: ideias, atitudes e comportamentos sobre o processo de ensino. Portanto, esta pesquisa considera a escolarização inicial como parte fundamental da construção dos conhecimentos pedagógicos e didáticos dos PFI.

Além disso, evidencia-se que um PFI possui formação em curso Técnico, que segundo o PFI6 é “*técnico em eletrotécnica*”. Embora este curso não possua alguma relação com a área de Pedagogia, pode contribuir na formação docente do PFI, pois, gera concepções e experiências que podem influenciar no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 97 – Formação acadêmica dos PFI.



Fonte: Autores.

Após a conclusão do Ensino Médio, os PFI iniciaram sua educação superior na Universidade Federal de Santa Maria – RS, no curso de graduação em Química Licenciatura, ingressaram entre os anos 2008 a 2013, iniciaram no grupo PIBID - Química nos anos de 2014 a 2015, onde construíram de forma orientada e participativa seus conhecimentos pedagógicos, didáticos e disciplinares.

#### 5.1.1.2. Escolha pela profissão docente

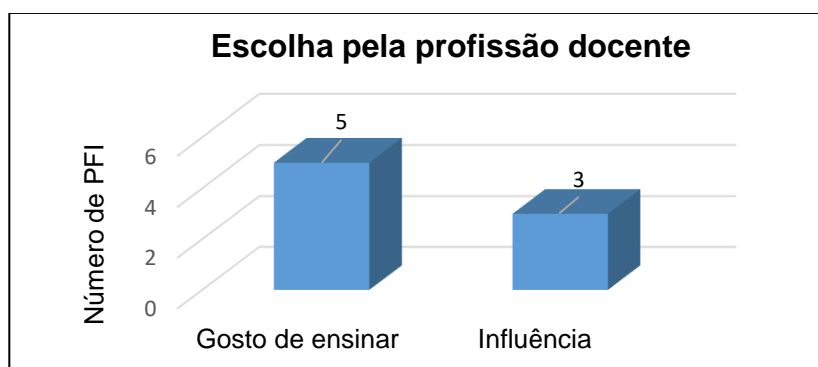
A escolha profissional e a inserção no mundo do trabalho, segundo Gatti e colaboradores (2009) é uma decisão que cada vez é mais complexa. Visto que, gera dilemas que não estão relacionados apenas com características pessoais, mas principalmente ao contexto histórico e ao ambiente sociocultural em que o jovem vive.

Diversas são as razões que influenciam a escolha da profissão, entre elas Mira, Withers e Guidini (2010) destacam: a satisfação pessoal; acessibilidade financeira do

curso; função política idealizada; possibilidade de destaque social; influência familiar; salário e perspectivas do mercado. No caso da profissão docente, de acordo a pesquisa da Fundação Victor Civita e da Fundação Carlos Chagas, não é considerada pelos estudantes de Ensino Médio uma opção atraente, apenas 2% desejam cursar Pedagogia ou Licenciatura (RATIER e SALLA, 2010). Por motivos como: “o trabalho é mal remunerado e o docente é confrontado pelos alunos, esquecido pelo governo e desvalorizado pela *sociedade*” (*Ibid.*, 2010, p. 7).

Considerando o exposto acima, questionamos aos PFI sobre as razões que influenciaram na escolha da profissão docente. Por ser uma questão aberta, suas respostas poderiam incluir mais de uma razão, as quais foram utilizadas para construir as categorias *emergentes* deste tópico: gosto de ensinar e influência (Figura 98).

Figura 98 – Razões da escolha pela profissão docente.



Fonte: Autores.

É possível observar que o gosto em ensinar, foi a principal razão dos PFI para escolha da profissão docente. Afinidade identificada pelos PFI a partir da brincadeira de ser professor quando criança, como é destacada em suas respostas:

PFI2: “Quando criança brincava de ser professor e meus pais serem meus alunos, adorava essa brincadeira em que eu fazia questões de matemática e entregava para meus pais responderem”.

PFI6: “Para mim a escolha de ser docente não foi de primeira, tive muitas dúvidas, para tomar a decisão recordei-me de como eu adorava brincava de ser professora para os meus alunos imaginários, passava tarefas para um familiar fazer como temas de casa”.

Também, a escolha por ser docente foi uma decisão influenciada por familiares e professores da escola, como é citado pelos PFI.

PF13: *“Influência da família e de ótimos professores que tive na escola”*.

PF14: *“Desde o Ensino Fundamental tinha a ideia de ser professor, mas no Ensino Médio tive a certeza absoluta da escolha. Tive grande influência da minha professora de Química, pois gostava muito da maneira como ela ensinava”*.

#### 5.1.1.3. *Predileção pela docência em ciências*

A fim de identificar a preferência dos PFI pela docência em ciências, foram questionados sobre o porquê de sua escolha. Com as respostas fornecidas pelos PFI, emergiram as categorias que revelam que sua predileção foi: o gosto pela disciplina (1 PFI), por explicar os fenômenos naturais (4 PFI) e por ser uma disciplina com base empírica (1 PFI). Conforme podemos observar nas respostas dos PFI.

PF12: *“Pois as ciências são mais aplicada, fugindo da mera descrição de conteúdos teóricos”*.

PF14: *“Porque a Ciência sempre me chamou muito atenção, desde o Ensino Fundamental, e no Ensino Médio meu interesse era voltado para as disciplinas de Química e Biologia”*.

PF15: *“Porque me chama atenção estudar os fenômenos que explicam a natureza”*.

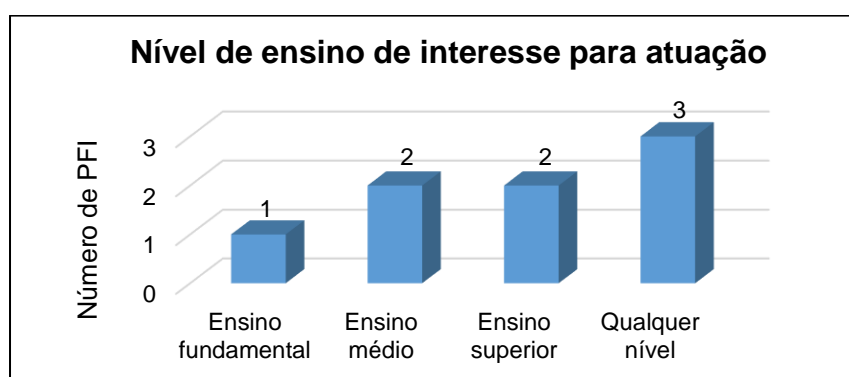
Estas respostas concordam com os resultados de outras pesquisas, das quais destacamos a realizada por Cardoso e Colinvaux (1999), que menciona que o interesse pelas ciências está relacionado com:

- O gosto pela disciplina, que está condicionado ao assunto estudado, se é acompanhado de aulas práticas, a sua facilidade de assimilação e a afinidade com o professor.
- A aplicação dos conhecimentos importantes em suas vidas ou futura profissão.
- A atração demonstrada em conhecer e entender as substâncias, os fenômenos da natureza e do cotidiano.

#### 5.1.1.4. Nível de ensino de interesse para atuação

Por último, questionou-se aos PFI sobre o nível de ensino de interesse para atuação após a conclusão do curso Química Licenciatura, os quais se manifestaram em mais de uma resposta por ser uma pergunta aberta (Figura 99). Para essas respostas foram construídas as seguintes categorias: Ensino fundamental, Ensino médio, Ensino Superior e Qualquer nível.

Figura 99 – Níveis de ensino de interesse para atuação.



Fonte: Autores.

Os resultados obtidos evidenciam que 3 PFI não têm preferência a respeito do nível de ensino que pretendem atuar, 2 PFI, pelo contrário, têm dentro de suas possibilidades exercer sua profissão docente no Ensino Médio ou Ensino Superior. Embora, dentro de sua formação docente, sejam formados também para atuar no ensino fundamental na área de ciências, só um PFI almeja trabalhar com este nível.

#### 5.1.2. 2ª Etapa: Orientação metodológica

A orientação metodológica foi auxiliada com as atividades “*análise de uma oficina temática*” e “*construção e análise de objetivos de aprendizagem*”. A análise destas atividades e suas correspondentes discussões são apresentadas a seguir.

### 5.1.2.1. Análise de uma oficina temática

Dentro desta atividade questionou-se aos PFI de forma coletiva, sobre as características dos 3MP utilizados na oficina temática “*composição química dos alimentos*” elaborada por Pazinato e Braibante (2014a). Os questionamentos e as manifestações estão descritas seguir:

1. Quais características destacam no primeiro, segundo e terceiro momento pedagógico?

Em relação ao primeiro momento pedagógico, os PFI manifestaram que:

PF12: “*No primeiro momento pedagógico, é o momento onde é aplicado o teste de ideias prévias*”.

PF15: “*É quando se faz a introdução ao conteúdo*”.

PF13: “*Se conhecem os conhecimentos prévios dos estudantes*”.

No segundo momento pedagógico segundo os PFI relataram que:

PF13: “*Se abordam os conteúdos de Química de forma teórica e experimental*”.

PF14: “*É quando o professor ensina os conteúdos*”.

Por último, para o terceiro momento pedagógico, de acordo aos PFI:

PF14: “*É quando o estudante aplica o que aprendeu na organização do conhecimento*”.

PF12: “*Momento que se utiliza os conhecimentos adquiridos*”.

Certamente, os PFI que participaram da discussão, identificam algumas características dos 3MP, conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009). Este resultado pode ser consequência do uso das oficinas temáticas pelo grupo PIBID nas escolas. Não obstante, foi importante esclarecer na discussão que, embora no primeiro momento se conheçam as ideias prévias do estudante, não é por meio de um simples teste que se compreendem as situações que os alunos conhecem e vivenciam. É preciso desafiar os estudantes a exporem seus conhecimentos sobre determinadas situações (Ibid., 2009). Como alternativa, sugere-se a aplicação do teste de ideias prévias, antes de iniciar uma oficina temática, para conhecer os *subsunçores* de todos os estudantes de forma mais específica.

2. Qual é o papel do professor no desenvolvimento da oficina temática?

PF16: “*Ensinar os conteúdos aos estudantes*”.

PF13: “*Orientar o estudante no desenvolvimento dos momentos pedagógicos*”.

PFI1: “*Auxiliar aos estudantes*”.

3. Qual é o papel do estudante no desenvolvimento da oficina temática?

PFI2: “*Aprender os conteúdos*”.

PFI4: “*Participar no desenvolvimento da oficina temática*”.

PFI6: “*Ter interesse*”.

Observe-se que os PFI assinalam diferentes papéis que devem exercer o professor e o estudante no desenvolvimento da oficina temática, nos quais se destaca a “*orientação*” por parte do professor, visto que, como menciona Oliveira (2006) o professor deve ser um mediador da formação do aluno, orientando e valorizando suas habilidades para a construção do conhecimento. Além disso, a “*participação*” e “*interesse*” no caso dos estudantes, pois, segundo Ausubel (1978) a construção de uma aprendizagem significativa requer disposição para aprender.

#### 5.1.2.2. *Construção e análise de objetivos de aprendizagem*

A atividade “*construção e análise de objetivos de aprendizagem*”, foi desenvolvida em duas partes durante a orientação metodológica da Taxonomia de Bloom. Na primeira parte, os PFI, organizados em grupos construíram objetivos de aprendizagem para os temas: estados físicos da matéria (A), soluções (B) e ligações químicas (C), utilizando seus conhecimentos prévios sobre como fazer um objetivo, visto que segundo Dillman e Rahmlow (1976, p. 9, tradução nossa) “as pessoas na maior parte de suas vidas elaboraram diferentes objetivos, o que implica não ser algo novo para eles, pois, o mundo escreve ou enuncia objetivos a todo momento, sem saber nada das taxonomias”. Os objetivos construídos estão descritos no Quadro 23.

Quadro 23 – Objetivos de aprendizagem elaborados pelos PFI (1ª parte).

(continua)

Gp	PFI	TEMA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1	1-4	A	1. “ <i>Conhecer e identificar os estados físicos da matéria</i> ”. 2. “ <i>Observar as transformações dos estados físicos da matéria</i> ”. 3. “ <i>Relacionar mudanças de estados físicos a fenômenos naturais</i> ”.



Quadro 23 – Objetivos de aprendizagem elaborados pelos PFI (1ª parte).

(conclusão)

Gp	PFI	TEMA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
2	2-6	B	1. “Relacionar o conteúdo com o dia-a-dia do aluno”. 2. “Explicar fenômenos cotidiano dos estudantes, como concentração, solubilidade, diluições e densidade”.
3	3-5	C	1. “Relacionar e diferenciar onde as ligações ocorrem no cotidiano”.

Fonte: Autores.

Os objetivos foram analisados de acordo com o que deve ter um objetivo de aprendizagem segundo Dillman e Rahmlow (1976):

- *Quem?* A quem é dirigido o qual é implícito no objetivo;
- *Que se espera alcançar?* Verbo de ação + Substantivo (Conteúdo);
- *Como?* Metodologia para alcançar o objetivo;
- *Para que?* Este é opcional, visto que implica habilidades a serem alcançadas a longo prazo, como: pensamento crítico e formação de cidadãos.

Percebe-se no Quadro 23, que os objetivos de aprendizagem construídos pelos PFI, possuem verbos de ação que determinam o que se espera que o estudante alcance durante ou após o processo de ensino–aprendizagem. Mas, observa-se que nos objetivos elaborados pelos Gp. 1 e 3, foram utilizados dois verbos de ação, o que não especifica claramente o que o estudante deve fazer (Ibid., p. 21).

Por outro lado, o verbo de ação “*Conhecer*” empregado pelo Gp. 1, mesmo sendo um verbo proposto por Anderson e colaboradores (2001) na Taxonomia de Bloom, é desaconselhável seu uso na construção de objetivos de aprendizagem, pois não especifica uma ação que evidencia ou comprova o conhecimento adquirido pelo estudante ou indique que o objetivo foi alcançado (Ibid., p. 60).

O verbo “*Observar*” utilizado pelo mesmo grupo, não especifica uma conduta indicadora de aprendizagem, que manifeste de forma explícita o que vai ser avaliado pelo professor. O que impossibilita ao estudante expor capacidades que comprovem que alcançou o objetivo e construiu o seu conhecimento.

Sobre o substantivo presente no objetivo, o qual identifica o conteúdo a ser aprendido, observa-se que os PFI explicitam no objetivo, com exceção do Gp. 2, pois seu objetivo n.1, apresentado no Quadro 23, não especifica o conteúdo que o

estudante deve relacionar com o dia a dia. Também, percebe-se que nenhum grupo, considerou na elaboração dos objetivos o “*como?*”, especificando a metodologia.

Os objetivos de aprendizagem construídos e os verbos de ação empregados pelos PFI foram classificados utilizando como referência a Taxonomia de Bloom (Quadro 24), com o intuito de refletir sobre a ordem (nível e categoria) das habilidades e o tipo de aprendizagem (mecânica ou significativa) que estão sendo favorecidos. Para o caso do verbo “*Observar*”, empregado pelo Gp. 1, não foi classificado, pois, não especifica uma conduta que evidencie uma aprendizagem.

Quadro 24 – Classificação dos objetivos de aprendizagem construídos pelos PFI.

GRUPO	VERBOS DE AÇÃO UTILIZADOS	NÍVEIS E CATEGORIAS					
		1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
1	Conhecer						
	Identificar						
	Relacionar						
2	Relacionar						
	Explicar						
3	Relacionar						

Fonte: Autores.

De acordo com os resultados, os objetivos de aprendizagem construídos pelos PFI nesta 1ª parte, favoreceram habilidades de ordem inferior. Visto que, os verbos *conhecer* e *identificar* utilizados pelo Gp. 1, segundo Bloom, Hastings e Madaus (1975), implicam nas habilidades de lembrar elementos específicos e considerados como universais. No caso dos verbos *relacionar* e *explicar* utilizados pelos PFI, foram classificados no nível 2 na categoria entender, pois, conforme os autores mencionados, favorecem habilidades para entender, interpretar e dar significado ao conhecimento. Portanto, segundo Marcheti e Vairo (2010), os objetivos construídos pelos PFI favorecem a aprendizagem mecânica, pois é uma habilidade que prevalece a utilização da memória.

Destaca-se que apenas o Gp. 1, percorreu o primeiro nível para chegar ao objetivo do segundo nível. Os demais grupos construíram objetivos do segundo nível sem reforçar habilidades do primeiro, com a construção dos conhecimentos científicos que possam ser aplicados para gerar relações na categoria entender.

Por esta razão, após a explicação da Taxonomia de Bloom, em uma 2ª parte da atividade, os PFI reestruturaram os objetivos propostos e construíram novos objetivos de aprendizagem, contemplando os demais níveis e categorias que não foram considerados na 1ª parte (Quadro 25). Ressalta-se que para a construção da aprendizagem de forma coerente com a estrutura cognitiva do estudante e com os conteúdos a serem ensinados, é necessário percorrer os diferentes níveis e categorias, pois eles são cumulativos e possuem uma relação de dependência (BLOOM, HASTINGS e MADAUS, 1975).

Contudo, é importante mencionar que não foi solicitado o “como?” para não influenciar com exemplos fornecidos pela pesquisadora ou pelos demais PFI, na escolha das metodologias de ensino a serem utilizadas dentro da SD.

Quadro 25 – Objetivos de aprendizagem elaborados pelos PFI (2ª parte).

Gp	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1	1. “Nomear os estados físicos da matéria”. 2. “Exemplificar os estados físicos da matéria utilizando o cotidiano”. 3. “Aplicar atividades experimentais que verifiquem os diferentes estados físicos da matéria”. 4. “Comparar as propriedades dos estados da matéria”. 5. “Identificar as mudanças de estados físicos nos fenômenos naturais”.
2	1. “Definir as soluções químicas”. 2. “Classificar os diferentes tipos de soluções químicas”. 3. “Executar cálculos sobre soluções químicas”. 4. “Formular hipóteses sobre o resultado de uma titulação “X””. 5. “Planejar uma titulação que quantifique exatamente a concentração de uma solução”.
3	1. “Nomear produtos químicos do cotidiano que possuam ligações químicas”. 2. “Classificar as diferentes ligações químicas que ocorrem entre os elementos”. 3. “Executar uma atividade experimental em relação as ligações químicas”. 4. “Diferenciar as propriedades físico-químicas devido as ligações químicas nos diferentes compostos”. 5. “Planejar um novo experimento sobre ligações”.

Fonte: Autores.

Os objetivos de aprendizagem elaborados (Quadro 25) foram classificados conforme Taxonomia de Bloom (Quadro 26).

Quadro 26 – Classificação dos objetivos de aprendizagem construídos pelos PFI.

Gp.	VERBOS DE AÇÃO UTILIZADOS	NÍVEIS E CATEGORIAS					
		1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
1	Nomear						
	Exemplificar						
	Aplicar						
	Comparar						
	Identificar						
2	Definir						
	Classificar						
	Executar						
	Formular hipóteses						
	Planejar						
3	Nomear						
	Classificar						
	Executar						
	Diferenciar						
	Planejar						

Fonte: Autores.

Certamente, os PFI na reestruturação dos objetivos consideraram diferentes verbos de ação, possibilitando ao estudante percorrer os diferentes níveis e categorias para alcançar uma aprendizagem significativa e favorecer habilidades de ordem superior (SANTAELLA, 2012). Utilizaram para cada objetivo somente um verbo de ação, o que implica a ação pretendida a ser desenvolvida para alcançar o objetivo.

Além disso, considerando o substantivo correspondente para cada grupo, observaram-se mudanças significativas nesta atividade. No entanto, percebeu-se dificuldade dos grupos na elaboração dos objetivos para os últimos níveis e categorias, bem como na utilização do verbo identificar, que pode ser utilizado em diferentes níveis e categorias, mas nem sempre representa a ação que se deseja alcançar (DILLMAN e RAHMLOW, 1976). Estas dificuldades serão reforçadas no decorrer da pesquisa para a elaboração da SD.

### 5.1.3. 3ª Etapa: Elaboração da sequência didática

Conforme apresentado na metodologia desta pesquisa, na 3ª etapa foi elaborada a SD “*Bioquímica na escola*”. Para essa análise serão discutidos os seguintes tópicos: Utilização dos Três momentos pedagógicos; Organização da SD e Construção e avaliação da aprendizagem na aplicação da SD.

#### 5.1.3.1. Utilização dos Três Momentos Pedagógicos

Considerando que as diferentes oficinas temáticas, foram organizadas por meio da utilização dos 3MP, descritos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009). Analisou-se, se esses momentos foram aplicados de forma apropriada pelos PFI, na elaboração das atividades e na construção da SD.

O 1MP se caracteriza por apresentar situações reais que os alunos conhecem, desafiando a expor seus conhecimentos prévios sobre determinadas situações (Ibid., 2009). Desta forma, as atividades propostas pelos PFI para o 1MP foram:

Gp.1: “*Mensagem invisível*” e questionamentos (Apêndice E, p. 308).

Gp.2: Leitura e questionamentos utilizando o artigo “*A importância das proteínas na dieta*” de Mais Equilíbrio (2009) (Apêndice E, p. 315).

Gp.3: Filme “*O óleo de Lorenzo*” e questionamentos sobre o filme (Apêndice E, p. 321).

Estas atividades foram classificadas por meio de categorias *a priori*, segundo o objetivo do 1MP, tais como: Desafia os estudantes a utilizar os conhecimentos prévios (D), Desafia os estudantes a utilizar parcialmente os conhecimentos prévios (DP) e Não desafia os estudantes a utilizar os conhecimentos prévios (ND).

Classificou-se como “D” a atividade do Gp. 1, pois, os questionamentos realizados após a atividade “*mensagem invisível*”, implicavam o uso dos conhecimentos prévios dos estudantes, atribuindo-lhes significado na análise das situações apresentadas. Dentro dos questionamentos realizados, destaca-se:

Gp.1: “*Quem você considera que escreveu a mensagem?*” e “*Qual relação pode existir entre: a glicose, as massas, as frutas, os besouros e as folhas das árvores?*”

Os Gp. 2 e 3 foram classificados como “DP”, pois alguns dos questionamentos elaborados não implicavam a utilização dos conhecimentos prévios por parte dos estudantes, uma vez que para desenvolver a atividade proposta do Gp.2, era necessário somente a leitura e interpretação do texto para responder as perguntas, que solicitavam definições, como: “Após ler *“A Importância das Proteínas na Dieta”* o que você entende por: *proteínas, aminoácidos, aminoácidos essenciais e aminoácidos não essenciais*”. Ou requeria compreender o filme, como foi o caso de algumas perguntas propostas pelo Gp.3, como: *Qual considera que é a principal característica do óleo de Lorenzo?* e *Após assistir ao filme “O óleo de Lorenzo”, o que você entendeu por óleo?*.

O 2MP é elaborado com o intuito de estudar ou abordar os conteúdos científicos necessários para analisar e interpretar situações significativas, por meio da utilização de diferentes metodologias didáticas (GEHLEN, MALDANER e DELIZCOICOV, 2012). Este momento foi analisado por meio das categorias estabelecidas *a priori*:

- Aborda os conteúdos científicos, por meio da utilização de metodologias didáticas diferenciadas.

- Não aborda os conteúdos científicos por meio da utilização de metodologias didáticas diferenciadas.

Identificando que os conteúdos apresentados pelos PFI no 2MP, os quais foram mencionados no Quadro 15 dentro do capítulo 3, são conteúdos científicos que auxiliam o estudante na análise e interpretação de diferentes situações. Além disso, o desenvolvimento destes conteúdos foi desenvolvido por meio de diferentes metodologias de ensino, metodologias expostas no decorrer do mesmo capítulo e apresentadas no Apêndice E dentro da SD. Por estas razões, considera-se que os PFI abordaram de forma correta o 2MP, possibilitando a construção do conhecimento científico, por meio de metodologias de ensino, nas quais possibilitaram que os estudantes participassem de forma ativa na construção de seus conhecimentos.

Por último, o 3MP é destinado ao desenvolvimento de atividades que proporcionem aos estudantes utilizarem os conhecimentos aprendidos no segundo momento, por meio da análise e interpretação de situações propostas (DELIZCOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009).

Como proposta para desenvolver o 3MP utilizou-se estudos de casos como metodologia de ensino. Por esta razão, antes de sua elaboração a pesquisadora expôs o que são os estudos de caso e como fazer um “*bom*” caso. Tal apresentação

facilitou para que posteriormente, fosse possível aplicar a atividade “*Análise de casos*”, na qual, os PFI deveriam identificar no caso “*A saúde de Maria Eduarda*” (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014b), e nos casos exemplificados no artigo “*Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids*” de Ayyildiza e Tarhan (2013), apresentados no Quadro 21 do capítulo 4, as características que segundo Herreid (1998) devem ser consideradas para ser um “*bom*” caso. As principais diferenças encontradas pelos PFI foram:

PFI4: “ *O caso a saúde de Maria Eduarda narra uma história, mas os casos do artigo são situações específicas, não tem uma história*”.

PFI3: “ *Com certeza os casos do artigo não são um bom caso, embora possua uma utilidade pedagógica, não faz com que os estudantes participem da história, por que não tem uma história, nem personagens*”

Para analisar se os casos construídos pelos PFI apresentados no Apêndice E (p.314, 320 e 326) atingem o objetivo do 3MP e cumprem com as características de um “*bom*” caso, utilizou-se como categorias *a priori*, conforme Herreid (1998): Permite a aplicação dos conhecimentos; Narra uma história; É atual; Relevante ao leitor; Inclui citações; Provoca um conflito; Força uma decisão e Possui utilidade pedagógica; Cria empatia com os personagens centrais.

Os três casos construídos permitem a aplicação do conhecimento construído pelo estudante, visto que as doenças apresentadas estão relacionadas com o conteúdo desenvolvido em cada oficina temática, como: *carboidratos*, *proteínas* e *lipídeos*, possibilitando ao estudante utilizar o conhecimento adquirido de forma significativa na solução do caso e procurar informação que complemente seus conhecimentos. Além disso, possibilita o fortalecimento de habilidades, tais como: tomada de decisão, habilidades de resolução de problemas, a comunicação oral e escrita e a interpretação de textos (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

A respeito das características de um “*bom*” caso, os três casos narram uma história, denominados como: “*Débora precisa de ajuda*”, “*Problema na África*” e “*Lauren está doente*”, consideradas como atuais, cumprindo duas características de um “*bom*” caso segundo Herreid (1998). As outras características identificadas são apresentadas no Quadro 27.

Quadro 27 – Características de um “bom” caso identificadas.

(continua)

CARACTERÍSTICAS	Gp.1	Gp.2	Gp.3
Relevante ao leitor	A causa desses sintomas é desconhecida por Débora, mas estava impedindo a participação dela na prova de atletismo.	Atualmente a fome é um dos principais problemas que o mundo tenta enfrentar. Porque estima-se que cerca de 1 bilhão de pessoas em todo mundo sofram com esse problema.	Os sintomas... estão prejudicando sua vida universitária.
Inclui citações	- Bom dia Débora! - Bom dia professora - O que houve com você que ultimamente anda muito abatida? ...	- Bom dia, Dr. João. - Bom dia, Senhora como você está? - Estou preocupada, meu filho Sidnei...	- Ultimamente estou me sentindo mal... - Amiga, a melhor opção que você pode fazer é procurar um médico...
Provoca um conflito	Ela havia emagrecido 12 kg em 4 meses. Além da preocupação com seu peso, Débora andava ultimamente mal-humorada, desanimada, desmotivada e com muitos dores de cabeça.	Meu filho Sidnei de dois anos, faz 5 meses que ele começou a emagrecer, está com os braços e as pernas fininhas, suas costelas estão aparecendo, seu cabelo caindo e está perdendo musculatura.	Lauren estava sentindo dor no peito, fadiga, fraqueza muscular nas pernas e dores de cabeça.
Força uma decisão	Os professores resolvem falar com seus colegas de química da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).	O Dr. João, tem uma hipótese, mas antes de falar com Marina resolve pedir ajuda para seus colegas que estudam química na UFSM por meio de uma carta.	Curiosa pelos resultados, Lauren liga a sua amiga Daniele para solicitar ajuda.



Quadro 27 – Características de um “*bom*” caso identificadas.

(conclusão)

CARACTERÍSTICAS	Gp.1	Gp.2	Gp.3
Possui utilidade pedagógica	Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer com ela, dado que, acreditamos que na Química abordam conteúdos que podem nos ajudar.	Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que pode ser, pois preciso de um diagnóstico para a doença da criança e o que a mãe pode fazer para tratar está enfermidade?	Gostaria que você me aconselhasse sobre o que devo fazer, pois acredito que você por estudar química tem conhecimento sobre o assunto.
Cria empatia com os personagens centrais	Vocês são os colegas dos professores de Débora e terão que ajudá-los a descobrir as causas dos sintomas de Débora e decifrar os resultados de seu exame de sangue. Que alternativas devem dar os professores para Débora em sua alimentação e nas práticas de atletismo para solucionar seu problema, melhorar sua saúde e conseguir participar na prova?	Vocês são os colegas que estudam na UFSM, e terão que ajudá-lo a descobrir qual doença Sidnei tem? Avalie a alimentação de Sidnei para justificar sua resposta.	Vocês são a amiga de Lauren, e terão que ajudá-la a esclarecer o porquê dos sintomas, analisando os resultados para identificar a doença que está acometendo Lauren e aconselhando como ela pode melhorar sua saúde.

Fonte: Autores.

De acordo com o Quadro 27, constata-se que os casos construídos pelos PFI atingiram o objetivo de seu desenvolvimento dentro da oficina temática, o qual é permitir aos estudantes a utilização dos conhecimentos aprendidos na análise e interpretação de situações. Além disso, podem ser considerados como “*bons*” casos, por possuir dentro de sua estrutura as características propostas por Herreid (1998).

### 5.1.3.2. Organização da SD

A organização da SD foi auxiliada pelos critérios mencionados por Obaya e Ponce (2007), tais como: *O que? Como? Com que? Quando? Onde? E o que avaliar?* Cada um destes critérios será analisado a seguir a exceção do critério *O que avaliar?*. Este é analisado de forma independente, no tópico “*Construção e avaliação da aprendizagem com a aplicação da SD*”.

Em relação ao critério “*o que?*”, que faz referência aos conteúdos a serem ensinados dentro do processo de ensino-aprendizagem, avaliou-se, se:

- Os conteúdos selecionados são coerentes para a aplicação em uma turma de terceira série de ensino médio.

- A organização dos conteúdos permite a construção dos conhecimentos de forma lógica na estrutura cognitiva do estudante.

Quanto à coerência dos conteúdos selecionados, podemos destacar que os conteúdos *proteínas, carboidratos e lipídeos* estão dentro do tema estruturador “*Química e biosfera*” para o ensino e aprendizagem na terceira série de ensino médio (BRASIL, 2002).

Em relação aos conteúdos específicos de cada biomolécula, estabelecidos pelos Grupos e apresentados no Quadro 28. Considera-se que são conteúdos que:

- Podem ser abordados com uma linguagem adequada, utilizando termos compreensíveis pelos estudantes.

- Permitem a articulação com conteúdos prévios que servem como *subsunçores*.

- Possibilitam o uso de diferentes metodologias de ensino para auxiliar a construção do conhecimento.

- Viabilizam a contextualização.

Por estas razões, conclui-se que os conteúdos *proteínas, carboidratos e lipídeos* e os conteúdos específicos selecionados pelos PFI são coerentes para aplicar em uma turma de terceira série de ensino médio.

Quadro 28 – Conteúdos específicos selecionados pelos PFI para ensino.

TEMA	Conteúdos selecionados para ensino
Carboidratos	a. O que são os carboidratos. b. Classificação dos carboidratos. c. Onde estão presentes os carboidratos. d. Função biológica dos carboidratos. e. Solubilidade dos carboidratos.
Proteínas	a. O que são os aminoácidos. b. O que são as proteínas. c. Função biológica das proteínas. d. Onde estão presentes as proteínas. e. Estrutura das proteínas. f. Desnaturação das proteínas.
Lipídeos	a. O que são os lipídeos. b. Classificação dos lipídeos. c. Onde estão presentes os lipídeos. d. Funções biológicas dos lipídeos. e. Solubilidade dos lipídeos.

Fonte: Autores.

Em relação a organização dos conteúdos, observa-se no Quadro 28, que a ordem é indutiva (do simples ao complexo), permitindo uma continuidade que proporcione a articulação entre os conteúdos e a construção do conhecimento de forma lógica na estrutura cognitiva do estudante, ao proporcionar desde o ensino de conteúdos “*simples*”, as âncoras conceituais para a aprendizagem dos conceitos “*complexos*”.

Além disso, segundo Bloom, Hastings e Madaus (1975), uma organização hierárquica e indutiva do conhecimento permite que durante o ensino dos conteúdos científicos, sejam favorecidas diferentes habilidades do domínio cognitivo, que resultem no desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Sobre o “*como?*” que implica na articulação do conteúdo a ser ensinado com diferentes metodologias, analisou-se, se:

- A metodologia de ensino selecionada pelos PFI está relacionada com os conteúdos científicos.

- A metodologia de ensino favorece a habilidade no nível e categoria para a qual se propõe.

Para isso, articulou-se no Quadro 29 as metodologias de ensino escolhidas pelos PFI, os conteúdos específicos a serem abordados do Quadro 28 e os diferentes níveis e categorias da Taxonomia de Bloom.

Quadro 29 – Relação estabelecida para a análise das metodologias de ensino.

(continua)

<b>CARBOIDRATOS</b>			
<b>NÍVEL</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CONTEÚDO</b>	<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
1	Lembrar	a.	Leitura sobre os carboidratos e questionamentos.
2	Entender	b.	Utilização de rótulos de alimentos para a classificação dos carboidratos identificados.
3	Aplicar	c.	Atividade experimental de verificação em alimentos.
4	Analisar	d.	Situações problemas utilizando as funções biológicas.
5	Avaliar	e.	Formulação de hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos e atividade experimental de verificação.
6	Criar	3MP	Estudos de caso.
<b>PROTEÍNAS</b>			
<b>NÍVEL</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CONTEÚDO</b>	<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>
1	Lembrar	a. e b.	Vídeo sobre as proteínas - aminoácidos e questionamentos.
2	Entender	c.	Exemplificação com o cotidiano.
3	Aplicar	d.	Atividade experimental de verificação em alimentos.
4	Analisar	e.	Análise das estruturas das proteínas.
5	Avaliar	f.	Atividade experimental sobre a desnaturação das proteínas por mudanças de pH e temperatura. E, formulação de hipótese sobre os resultados obtidos na atividade.
6	Criar	3MP	Estudo de caso.

Quadro 29 – Relação estabelecida para a análise das metodologias de ensino.

(conclusão)

LIPÍDEOS			
NÍVEL	CATEGORIA	CONTEÚDO	METODOLOGIA DE ENSINO
1	Lembrar	a.	Jogo cruzadinha sobre conceitos de lipídeos.
2	Entender	b.	Fluxograma para classificar os lipídeos.
3	Aplicar	c.	Atividade experimental de verificação em alimentos.
4	Analisar	d.	Jogo da memória, formação de duplas de cartas entre a definição e o exemplo fornecido na forma de imagem.
5	Avaliar	e.	Determinar a solubilidade dos lipídeos utilizando como critério a polaridade química e atividade experimental de verificação.
6	Criar	3MP	Estudo de caso.

Fonte: Autores.

As metodologias de ensino selecionadas pelos PFI relacionam os conteúdos científicos a serem abordados em cada nível e categoria. No entanto, para saber se favorecem as habilidades do nível e categoria para a qual se propõe, avaliou-se de acordo com o mencionado por Marcheti e Vairo (2010, p. 429) para cada nível.

*1. Lembrar: Reconhecer ou recordar uma determinada informação relevante memorizada.*

Nas metodologias de ensino propostas para este nível, observa-se que o estudante deve fornecer definições ou dar o conceito que corresponde à definição. O que implica um trabalho de memória por parte do estudante, no qual deve reconhecer ou lembrar certa informação.

*2. Entender: Estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido.*

As atividades propostas pelos PFI, para este nível se destacam pelo uso do cotidiano dos estudantes como conhecimento previamente adquirido, para auxiliar na articulação com o novo conhecimento. Para isso, os PFI solicitaram aos estudantes que propusessem exemplos, com o intuito de identificar se o estudante está interpretando e entendendo a informação correspondente (novo conhecimento), habilidades propostas para este nível segundo Bloom, Hastings e Madaus (1975).

Além disso, os Gp.1 e 3 utilizaram a classificação como critério para avaliar dentro deste nível, visto que permite que o estudante manifeste o entendimento do tema, com a identificação de características específicas para classificar as biomoléculas, como:

- Classificar em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, os carboidratos descritos nos rótulos dos alimentos.

- Classificar os lipídeos em Glicerídeos, Cerídeos, Esteroides e Fosfolipídios em um fluxograma.

*3. Aplicar: Executar ou usar um procedimento numa situação específica.*

Para este nível, os grupos propuseram como metodologia de ensino as atividades experimentais, as quais os estudantes por meio da execução de um procedimento empírico verificaram a presença das biomoléculas em alimentos.

*4. Analisar: Dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes e entender a inter-relação existente entre as partes.*

Para a solução das situações problema, propostas pelo Gp.1, o estudante deveria analisar a informação proporcionada para identificar informação relevante que sustente sua resposta.

O Gp.2 forneceu aos estudantes as estruturas das proteínas para identificar semelhanças e diferenças entre elas, o que precisa da análise das características relevantes para sua comparação.

Por último, o Gp.3 elaborou um jogo da memória, no qual, o estudante deveria analisar a definição fornecida em uma das cartas, para mencionar a função biológica correspondente e poder relacioná-la com um exemplo de uma segunda carta.

*5. Avaliar: Realizar julgamento baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.*

Para este nível e categoria, os grupos construíram atividades em que os estudantes formularam hipóteses sustentadas em critérios, como a análise das estruturas químicas, suas propriedades físico-químicas e o comportamento frente a diversas variáveis.

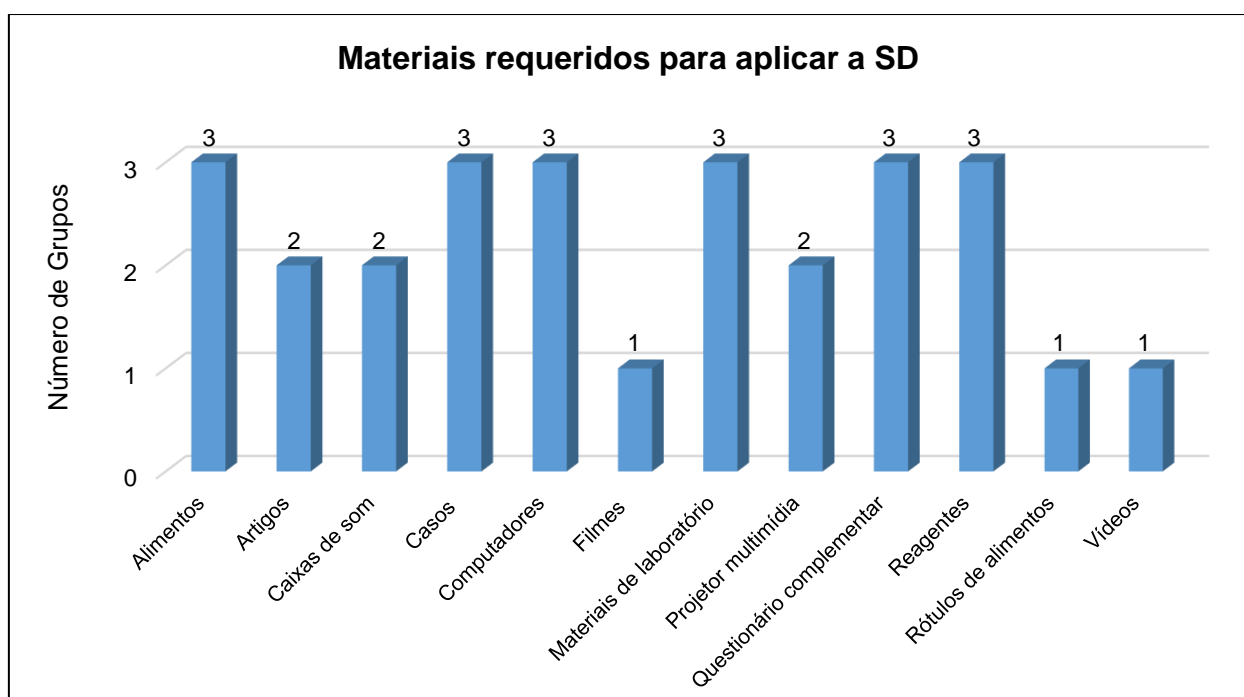
*6. Criar: Colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos.*

A aplicação dos estudos de caso como metodologia de ensino, no último nível e categoria, permite que os estudantes utilizem os conhecimentos construídos e as habilidades favorecidos para criar uma solução e socializá-la.

Pode-se afirmar que as metodologias de ensino propostas pelos PFI, além de construir conhecimento, favorecem as diferentes habilidades do domínio cognitivo propostos na Taxonomia de Bloom para alcançar uma aprendizagem significativa.

Avaliou-se também neste critério se os PFI levaram em consideração o “*com que?*” (Figura 100) e o “*quando?*”, pois, os materiais utilizados e o tempo disponível na escola para a aplicação podem permitir ou dificultar o desenvolvimento das atividades.

Figura 100 – Materiais requeridos pelos PFI para aplicação da SD.



Fonte: Autores.

Observa-se que os PFI especificaram os materiais a serem utilizados durante a aplicação. Alguns materiais eles já sabiam da disponibilidade na escola, o que facilitou sua escolha, dos quais, destacam-se: os alimentos e reagentes para executar as práticas experimentais disponibilizados pela pesquisadora, os casos para o 3MP, os questionários que complementaram as atividades e computadores disponibilizados pela escola para a resolução do caso, assim como, as caixas de som, os materiais de laboratório e o projetor multimídia.

No caso do “*quando?*”, os PFI forneceram um tempo aproximado para desenvolver a atividade, no entanto, dentro do cronograma da SD na p. 305 conforme

Apêndice E, especifica-se o tempo real utilizado durante as intervenções em sala de aula.

O último critério, a ser analisado neste tópico é o “*onde?*”, no qual, os PFI especificariam o espaço onde seria desenvolvida a aplicação, considerando que a escola possui laboratório de ciências, laboratório de informática, entre outros, que poderiam segundo Gutiérrez e Pérez (2002) ajudar a definir diferentes situações e ambientes estimulantes de ensino-aprendizagem.

Os três grupos planejaram suas aulas experimentais no laboratório de ciências. O laboratório de informática foi utilizado pelos grupos para projetar o vídeo e o filme e iniciar com os estudantes a busca de informações para solucionar o caso no 3MP. As outras aulas foram planejadas para serem executadas na sala de aula da turma (p. 305 da SD, Apêndice E).

#### 5.1.3.3. *Construção e avaliação da aprendizagem na aplicação da SD*

Para a construção do conhecimento de forma lógica com os conteúdos e com a estrutura cognitiva do estudante, além de elaborar testes de ideias prévias para sua posterior aplicação (Apêndices J, L e O) e organizar os conteúdos de forma indutiva, elaborou-se objetivos de aprendizagem de forma que garantissem que o estudante executasse de forma ativa diferentes ações, por meio de diferentes metodologias de ensino. Além de especificar por meio dos verbos de ação que iniciam o objetivo que se espera avaliar durante ou após o processo de ensino-aprendizagem.

Os objetivos construídos pelos grupos a serem alcançados com a aplicação da SD, são especificados dentro do cronograma da SD (Apêndice E, p. 305). Observa-se uma evolução significativa e uma superação das dificuldades encontradas nas orientações metodológicas. Entre as evoluções, resalte-se que os PFI:

- Utilizaram diferentes ações especificadas na forma de verbo, o que possibilita percorrer os diferentes níveis e categorias para a construção da aprendizagem significativa e o favorecimento de habilidades cognitivas.
- Especificaram os substantivos a serem ensinados dentro de cada objetivo.
- Mencionaram a metodologia a ser empregada para alcançar o objetivo, observando a importância de especificar o “*como?*” na organização da SD,



relacionando os conteúdos com os níveis e categorias da Taxonomia de Bloom, para auxiliar na elaboração dos objetivos.

Como exemplo, apresentamos no Quadro 30, alguns dos objetivos construídos.

Quadro 30 – Exemplos de objetivos de aprendizagem construídos.

Gp.	VERBO DE AÇÃO	SUBSTANTIVO	METODOLOGIA
1	Classificar	em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos,	os carboidratos descritos nos rótulos de alimentos.
2	Exemplificar	as funções biológicas das proteínas	por meio da interpretação de imagens e a elaboração de desenhos.
3	Determinar	a solubilidade dos lipídeos	em solventes de diferentes polaridades de forma teórica e experimental.

Fonte: Autores.

#### 5.1.4. 4ª Etapa: Reflexão

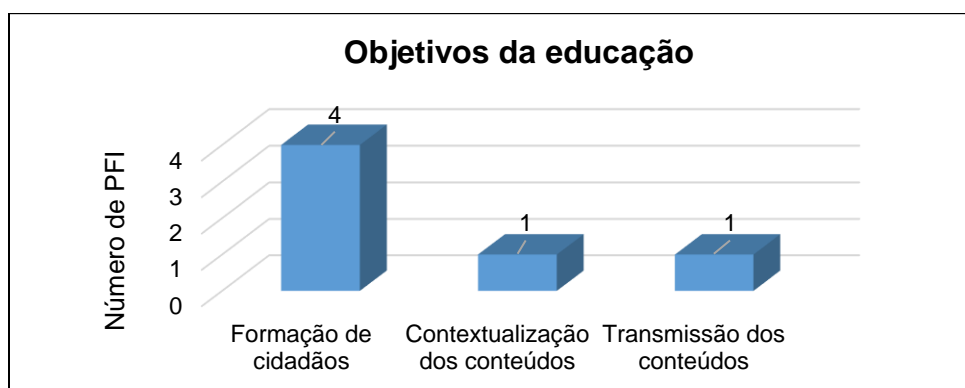
Dentro desta última etapa, analisaram-se os resultados dos diferentes questionários, por meio dos seguintes tópicos: Objetivos da educação; Critérios para o planejamento da aula; Metodologias de ensino, Critérios para escolher as metodologias de ensino, Considerações sobre o uso da SD, Obstáculos encontrados pelos PFI na aplicação da SD, Contribuições do projeto identificadas pelos PFI; Evolução do modelo epistemológico e Evolução do conhecimento científico sobre Bioquímica.

##### 5.1.4.1. *Objetivos da educação*

Considerando que a aprendizagem significativa é um objetivo a alcançar proposto desde 1998 pelos PCNEM, como foi mencionado no capítulo 1, questionou-se os PFI sobre suas considerações em relação aos objetivos da educação, com o

intuito de determinar se os PFI identificam a aprendizagem significativa como um deles. As respostas obtidas permitiram a construção das categorias *emergentes*: Formação de cidadãos, Contextualização dos conteúdos e Transmissão dos conteúdos (Figura 101).

Figura 101 – Objetivos da educação identificados pelos PFI.



Fonte: Autores.

Em relação aos objetivos da educação, percebe-se que 4 PFI destacaram a importância da formação voltada para a cidadania, na qual segundo o PFI5 deve-se “*formar indivíduos críticos e ativos na sociedade*”, adquirindo, de acordo com o PFI3 “*habilidades variadas para participar na sociedade*”. Esses aspectos corroboram com Santos e Schnetzler (1996), que consideram que é importante adquirir conhecimentos mínimos de ciências como a Química, para participar com maior fundamentação na sociedade atual, para compreender, analisar e tomar decisões relacionadas aos problemas sociais, que podem ser evidenciados de acordo com o contexto do estudante.

Além disso, o PFI4 destaca como objetivo da educação a contextualização dos conteúdos com aspectos relacionados ao contexto social, como é evidenciado em sua resposta ao mencionar que o objetivo é “*relacionar para os alunos os conteúdos com sua vida*”. Segundo Silva e Núñez (2007), apresentar situações que tornem os conteúdos escolares, como as formulações abstratas da Química (modelos teóricos) em conteúdos significativos e funcionais para o aprendiz.

Por último, para esta questão só 1 PFI considera que o objetivo da educação é a transferência do conhecimento, tendo uma visão mais conteudista do processo de

ensino–aprendizagem. No entanto, com a análise deste metatexto constata-se que os PFI não identificam a aprendizagem significativa como um objetivo da educação.

Nos questionários seguintes, não indagou-se pelos objetivos da educação para identificar alguma mudança na resposta, pois, esta seria influenciada pelo projeto. Entretanto, trabalhou-se com o grupo no fortalecimento de suas concepções pedagógicas e didáticas para que aprendizagem significativa seja alcançada em sala de aula como objetivo implícito da educação e de seu agir docente.

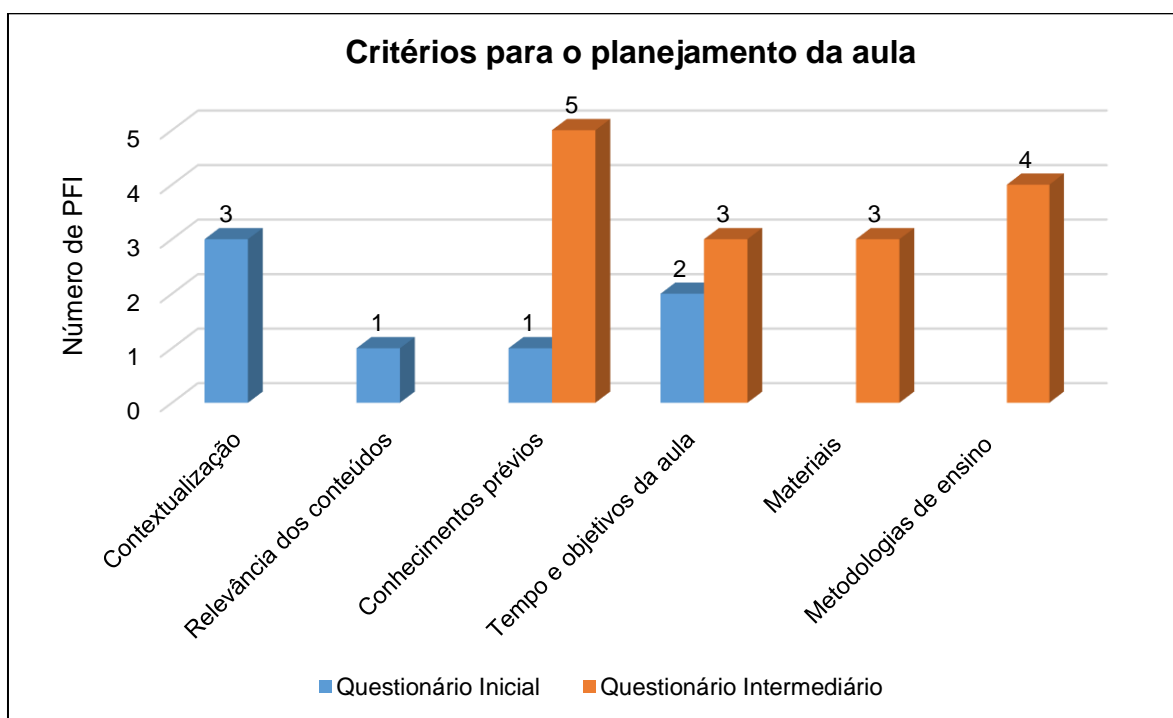
#### 5.1.4.2. *Crítérios para o planejamento da aula*

Dentro deste tópico, o objetivo foi identificar se os PFI conheciam os critérios para o planejamento de uma aula e principalmente se consideravam as ideias prévias dos estudantes, pois como menciona Ausubel (1978), as ideias prévias são um fator isolado importante que influencia na aprendizagem, o autor recomenda averiguar e ensinar de acordo com elas. Esta investigação ocorreu no início e no final da 2ª fase da pesquisa, elaborando categorias *emergentes* com as respostas fornecidas em cada momento de aplicação, apresentadas na Figura 102.

A partir dos resultados constatou-se que os PFI no início do projeto reconheciam critérios básicos para a elaboração de um planejamento da aula como: objetivos, conteúdos, tempo e o contexto. Mas, não reconheciam a importância dos conhecimentos prévios para o planejamento da aula, com exceção do PFI6 que considera como critério “*os conhecimentos prévios dos estudantes por que podem ser aproveitados*”.

No entanto, no questionário intermediário aplicado na fase intermediária do desenvolvimento do projeto, observa-se que os PFI, ressaltam a importância dos conhecimentos prévios como critério. Embora alguns PFI mencionem a palavra pré-requisitos, classificou-se como conhecimentos prévios, visto que, os dois fazem referência aos *subsunçores* que o estudante deve possuir na sua estrutura cognitiva para iniciar um novo conhecimento.

Figura 102 – Critérios para o planejamento da aula.



Fonte: Autores.

Acredita-se que as respostas obtidas são consequência do trabalho desenvolvido na construção da SD, visto que, na organização da oficina temática, primeiramente identificou-se os pré-requisitos que os estudantes deviam ter em sua estrutura cognitiva para a aprendizagem do novo conhecimento. Estes pré-requisitos auxiliaram na construção dos testes de ideias prévias para identificar os *subsunçores* que poderiam auxiliar ou serem obstáculos na construção do conhecimento e da aprendizagem significativa.

É possível constatar que após a elaboração da SD, os PFI reconheceram a importância dos *subsunçores* para o ensino dos novos conhecimentos, como pode ser evidenciado nas suas respostas, as quais ressaltam-se:

PFI1: “Os pré-requisitos, pois são importantes para que o aluno tenha uma base de um determinado conteúdo para poder dar sequência ao seguinte”

PFI2: “Considerarei os pré-requisitos, já que facilitam a aplicação e o entendimento dos conteúdos ao possuir um conhecimento básico do tema”

PFI3: “O conhecimento se constrói por etapas, ou seja, para o aluno entender fotossíntese, por exemplo, ele já deve ter um entendimento sobre plantas. Desta

*forma, para planejar minha aula considero o que o aluno já sabe e se isto é suficiente para que ele entenda os próximos conceitos”*

PFI4: *“As ideias prévias, pois são uma boa ferramenta para iniciar o novo conhecimento”*

O próximo critério a ser destacado é a metodologia de ensino, que dentro de um planejamento de aula adquire importância, por indicar, segundo Obaya e Ponce (2007) o *como* se desenvolverá o processo de ensino-aprendizagem. As respostas fornecidas pelos PFI no questionário intermediário são reflexo de uma contribuição nos conhecimentos didáticos do grupo, visto que admitem a importância de saber escolher as metodologias de ensino para articular os conteúdos e favorecer habilidades cognitivas. Como se apresenta a seguir:

PFI2: *“A metodologia a utilizar que aborde os conteúdos”*.

PFI5: *“O como vou ensinar os conteúdos, tentando favorecer habilidades de diferentes graus de dificuldade”*.

Por outro lado, os outros critérios, tais como: objetivos, tempo e materiais, também foram considerados pelos PFI dentro dos dois questionários. Critérios também considerados por Obaya e Ponce (2007) para a organização de uma SD. Algumas respostas fornecidas pelos PFI são:

PFI1: *“Disponibilidade de tempo e de materiais para realização das atividades práticas”*.

PFI4: *“Materiais mais acessíveis e de baixo custo para o trabalho na escola pública”*.

#### 5.1.4.3. Metodologias de ensino

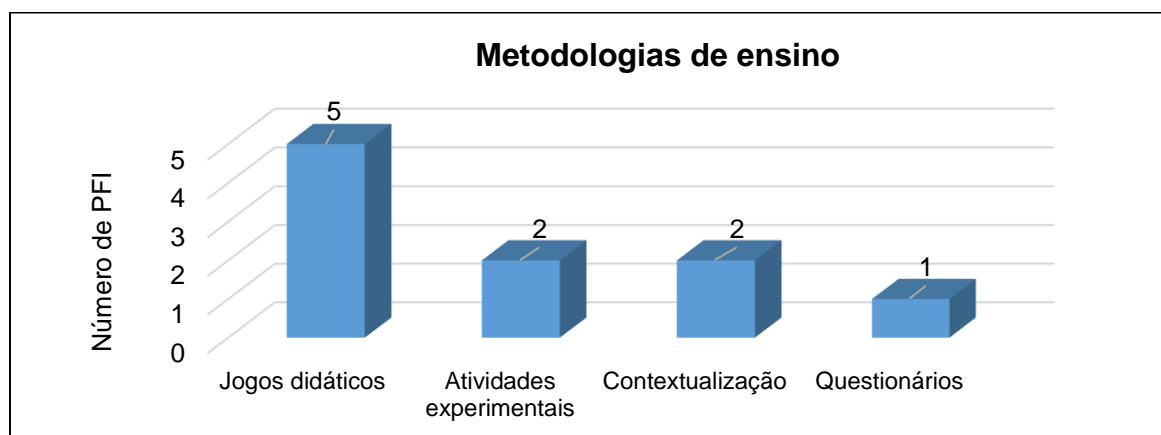
Os PFI foram questionados se conheciam atividades de ensino que fossem capazes de motivar e despertar o interesse dos estudantes, bem como contribuir para melhoria do processo de ensino e aprendizagem, pois, possivelmente essas atividades fariam parte da SD.

Os resultados foram esquematizados e categorizados de forma emergente em: jogos didáticos, atividades experimentais, contextualização e questionários, conforme ilustrado na Figura 103. Destaca-se que a escolha de jogos didáticos por parte dos PFI, pode ter sido influenciada pelo grupo PIBID, já que as atividades elaboradas e

aplicadas pelo grupo fazem uso de jogos didáticos. No entanto, na construção da SD, só o Gp.3 elaborou jogos didáticos para auxiliar o processo de ensino, como: cruzadinha e jogo da memória.

Além disso, é possível observar que só um PFI considera como metodologia de ensino o questionário, embora não seja uma resposta errada, uma vez que dependendo do tipo de questionário, tempo e objetivo de sua aplicação, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, os questionários são mais utilizados como objeto de avaliação para detectar de que maneira está sendo construído o conhecimento ou para reforçar os conteúdos (NUNES, 2014).

Figura 103 – Metodologias de ensino citadas pelos PFI.



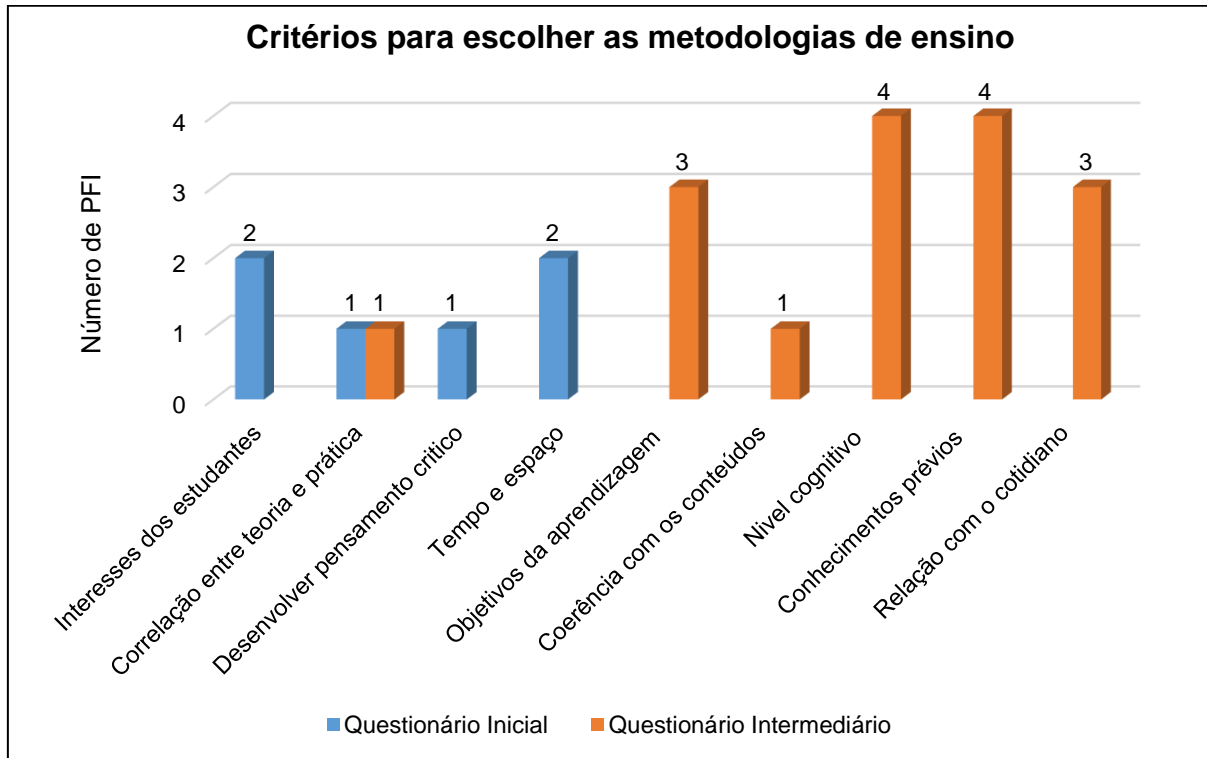
Fonte: Autores.

#### 5.1.4.4. Critérios para escolher as metodologias de ensino

As metodologias de ensino podem ser consideradas como materiais potencialmente significativos, que de acordo com Moreira, Caballero e Rodríguez (1997) devem ser coerentes e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do estudante, além de serem coerentes com os conteúdos a serem ensinados, sendo estes os critérios para sua escolha. Para determinar quais foram os critérios selecionados pelos PFI durante a escolha das metodologias, eles foram questionados sobre estes critérios antes e após a elaboração da SD. As respostas obtidas estão apresentadas na Figura 104, as quais para a análise são consideradas

como categorias *emergentes*. É importante mencionar que por ser uma pergunta aberta os PFI poderiam fornecer mais de uma resposta.

Figura 104 – Critérios dos PFI para escolher as metodologias de ensino.



Fonte: Autores.

Percebe-se na Figura 104 que no questionário inicial, os PFI não manifestaram importância aos conhecimentos prévios e ao nível cognitivo do estudante para a escolha e elaboração das metodologias de ensino, o que faz com que as atividades só sejam coerentes com os conteúdos e não com a estrutura cognitiva do estudante. Não obstante, observa-se que no questionário intermediário são os critérios mais mencionados pelos PFI, assim como, os objetivos de aprendizagem, concluindo que as respostas são resultantes das orientações durante o desenvolvimento do projeto, contribuindo nos conhecimentos didáticos na formação inicial dos PFI.

Com relação aos outros critérios, observa-se que só a relação entre a teoria e prática manteve-se como critério para o mesmo PFI. Os demais critérios mencionados no questionário inicial não se mantiveram no questionário intermediário. Destaca-se como novo critério a contextualização, visto que diferentes atividades elaboradas pelos PFI permitiam a relação com o cotidiano dos estudantes.

Algumas respostas, são destacadas a seguir:

PFI1: “*Utilizei como critérios a articulação da teoria com a prática, pois ajuda os estudantes a aprender mais se são práticas contextualizadas*”.

PFI2: “*Os critérios utilizados por mim foram a aplicação de atividades conforme os objetivos da aprendizagem da Taxonomia de Bloom, além da elaboração de atividades voltadas ao cotidiano dos estudantes*”.

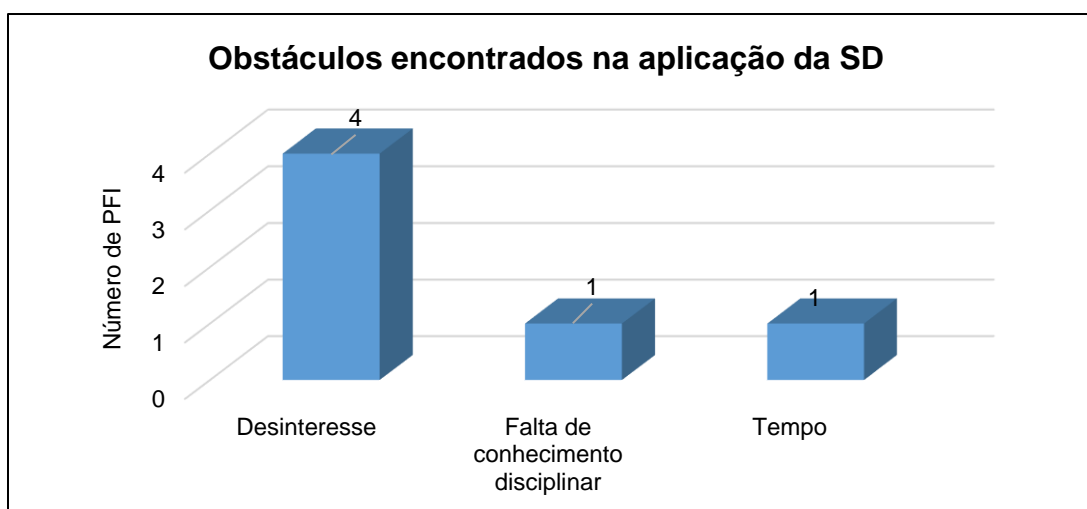
PFI4: “*Conhecimento prévio dos alunos, visto que tratava-se de bioquímica, os alunos já devem ter uma base de Química Orgânica, sendo as atividades direcionadas para um terceiro ano do Ensino Médio*”.

PFI6: “*O grau de dificuldade da atividade, levando em consideração o que eles já viram ou viriam a estudar ainda*”.

#### 5.1.4.5. Obstáculos encontrados na aplicação da SD

Durante a aplicação da SD, podem ser encontradas diferentes dificuldades ou obstáculos que podem interferir em seu desenvolvimento, no processo de ensino e no favorecimento da aprendizagem significativa em sala de aula. No caso desta pesquisa, os principais obstáculos identificados pelos PFI foram classificados dentro das categorias: desinteresse, falta de conhecimento disciplinar e tempo (Figura 105).

Figura 105 – Obstáculos encontrados com a aplicação da SD.





Destaca-se como principal problema identificado pelos PFI o desinteresse dos estudantes, sendo este um obstáculo na construção da aprendizagem significativa segundo Ausubel (1978), o qual foi detectado conforme resposta do PFI2: *“Principalmente, conversa dos alunos, muitos não estavam interessados na explicação do tema”*.

O desinteresse de alguns estudantes pode ser consequência das metodologias de ensino propostas, pois, embora fossem atividades que propiciassem espaços participativos para a construção do conhecimento, gerou interesse para uns e para outros não, tendo em vista que os indivíduos possuem metas e expectativas diferentes (CARVALHO, PEREIRA e FERREIRA, 2007). Além disso, considera-se que nem todos os estudantes participaram de todas as intervenções, gerando obstáculos na construção do conhecimento, podendo este também ser um dos fatores que causou o desinteresse.

Outros fatores que podem ocasionar o desinteresse em sala de aula são: o gosto pela área de estudo, simpatia com os professores e desconforto proporcionado pelos espaços físicos e ambiente escolar (Ibid., 2007).

O segundo obstáculo identificado pelos PFI, foi à falta de conhecimento disciplinar, um obstáculo que segundo Gil (1991) impossibilita os professores de elaborar atividades inovadoras, como é destacado pelo PFI1: *“saber o conteúdo mais aprofundado para poder intermediar o mesmo de forma mais adequada”*. O último obstáculo descrito foi o tempo, que segundo o PFI5 *“as vezes era pouco”*, sendo necessário estimar um tempo aproximado no planejamento da aula (OBAYA e PONCE, 2007).

Os obstáculos encontrados nesta pesquisa são problemas da educação e da formação docente, citados também em outras pesquisas. Conforme descrevem León, González e Estrada (2011, p. 72, tradução nossa), os obstáculos no processo de ensino e aprendizagem são *“problemas econômicos, de infraestrutura, motivacional, curricular e os correspondentes ao processo de formação docente”*.

#### 5.1.4.6. *Contribuições do projeto identificadas pelos PFI*

Ressalta-se que um dos objetivos da presente pesquisa foi contribuir na qualificação dos conhecimentos pedagógicos e didáticos dos PFI. Desta forma, questionou-se sobre as contribuições detectadas por eles com o desenvolvimento do projeto. Evidenciou-se, por meio de suas respostas, as contribuições em sua formação didática e disciplinar, como podemos destacar a seguir:

PFI1: *“Aprendi a elaborar uma sequência didática, levando em consideração para que haja compreensão, o conteúdo, os objetivos e a metodologia de forma contextualizada”*.

PFI2: *“Constatar a necessidade de relacionar o cotidiano com os conceitos em aula, além de oportunizar a pesquisa sobre a bioquímica (proteínas) de uma forma aplicável”*.

PFI3: *“Serviu para eu analisar outras formas de elaborar aulas e abordar conteúdos e também analisar quais métodos são mais adequados”*.

PFI4: *“Contribuiu pois nunca havia preparado atividades didáticas sobre Bioquímica para o Ensino Médio”*.

PFI5: *“Me ajudou a entender melhor o conteúdo de Bioquímica. Planejar aulas, trouxe experiências que aperfeiçoaram minha formação, bem como o contato com os alunos, podendo viver a realidade das escolas”*.

PFI6: *“Me ajudou para o melhor planejamento das aulas”*.

#### 5.1.4.7. *Considerações sobre o uso da SD*

Uma SD, segundo Obaya e Ponce (2007, p. 19, tradução nossa) tem como finalidade “orientar e facilitar o desenvolvimento da prática pedagógica, sendo uma proposta flexível que pode e deve ser adaptada à realidade, de maneira que estruture o processo de ensino-aprendizagem com o objetivo de evitar a improvisação”. Por esta razão, para determinar se a SD cumpriu seu objetivo, questionou-se aos PFI sobre o uso da SD para auxiliar o processo de ensino.

De acordo com as respostas dos PFI a respeito da SD no processo de ensino, esta cumpriu seu objetivo que é organizar as atividades para garantir um processo

não improvisado, como é evidenciado na utilização dos termos: “organizar” e “nortear”, para justificar suas respostas.

PFI2: “O uso da sequência didática permitiu que por meio de diferentes metodologias os estudantes foram adquirindo novos conhecimentos de forma organizada e aos poucos”.

PFI5: “Porque norteia as atividades, indo de acordo com o nível de aprendizagem do aluno”.

PFI6: “Me ajudou a pensar como organizar determinados os conteúdos, o que é necessário, definir um passo-a-passo começando do básico ao mais complexo”.

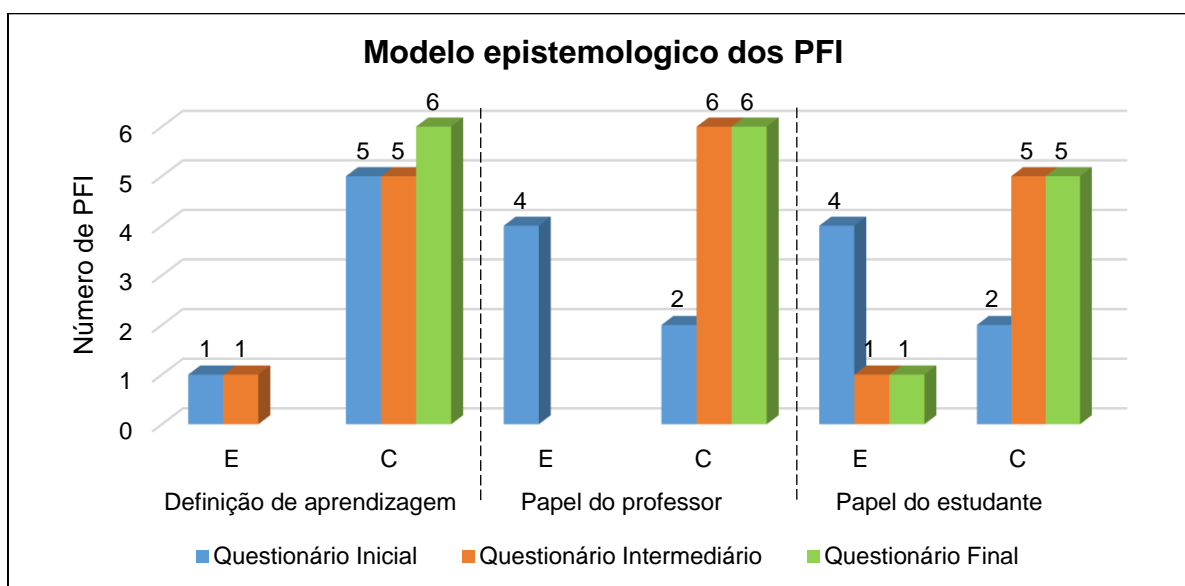
#### 5.1.4.8. *Evolução do modelo epistemológico*

As concepções epistemológicas de acordo com Tardif (2002) “expressam um paradigma de pensamento educacional sobre a compreensão que se tem do conhecimento e que potencializa nas práticas pedagógicas docentes” (apud PASQUETTI e BRUN, 2009, p 15). Estas concepções influenciam no desenvolvimento do modelo pedagógico, processo de ensino-aprendizagem e papel que o docente e o estudante desempenham em sala de aula.

Nesta pesquisa, identificou-se o modelo pedagógico construído pelos PFI, a partir das concepções epistemológicas iniciais, intermediárias e finais, sobre a aprendizagem, o papel do professor no processo de ensino – aprendizagem e o papel do estudante nesse processo. Classificando-se os PFI dentro das categorias *a priori*: empirista (E) ou construtivista (C), em cada momento da aplicação.

Como podemos observar, na Figura 106, a concepção epistemológica inicial dos PFI sobre a aprendizagem tem uma tendência construtivista (só um PFI evidencia um modelo epistemológico empirista). Entretanto, a respeito das considerações sobre o papel do professor e do estudante no processo de ensino-aprendizagem a tendência muda para um modelo epistemológico empirista. Esta classificação se justifica nas respostas fornecidas pelos PFI, como é descrito a seguir.

Figura 106 – Evolução do modelo epistemológico dos PFI.



Fonte: Autores.

O modelo epistemológico empirista é considerado um modelo conteudista, no qual a “fonte do conhecimento humano está na experiência adquirida em virtude do meio físico com mediação dos sentidos” (FACIN, 2015, p. 102). Constatou-se em algumas concepções que a aprendizagem só acontece se o professor ensina, centrando-se o processo de ensino-aprendizagem no professor, que tem como papel na sala de aula, segundo os relatos: PFI3: “A *aprendizagem é que os estudantes aprendam um determinado conteúdo*” e PFI2 “*O papel do professor é transmitir os conhecimentos técnicos e práticos aos alunos*”.

Por outro lado, o papel do aluno no modelo empirista é um papel passivo, de acordo com o PFI1: “*receptor das informações*”, pois considera uma “tábula rasa”, “folha de papel em branco” ou uma “esponja” que “*absorve os conhecimentos transmitidos pelo professor*” como foi mencionado pelos PFI2 e 3.

A Adoção deste modelo epistemológico por alguns PFI pode ter sido influência de suas vivências como estudantes nas escolas. Estas vivências constroem uma “*pedagogia do senso comum*”, levando os PFI a reproduzirem metodologias tradicionais no processo de ensino, como é destacado pelos PFI1,2 e PFI3 “*aulas como os professores ensinaram na escola*”, o que desfavorece a aprendizagem significativa em sala de aula.

Por outro lado, o modelo construtivista segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, vê a aprendizagem como um *“processo no qual o aluno entende um fenômeno ou um conceito e consegue aplicá-lo ou dar-lhe significado na resolução de um problema”* (PFI5), o qual precisa segundo o PFI4 que *“o aluno e o educador conciliem o resultado do estudo”*, por meio da interação entre o professor e estudante. O papel do professor na perspectiva construtivista é um orientador que exerce a função conforme PFI5 de, *“facilitar e intermediar o modo como é ensinado algum conceito”*, para que o estudante, segundo o mesmo PFI, deve *“ter disposição para aprender e relacionar com o que ele vive e ser ativo no processo”*, para com isso, como menciona o PFI6, *“ir construindo seu conhecimento”*.

Destaca-se que embora os PFI tenham a mesma formação pedagógica e didática oferecida pela universidade, não possuem o mesmo modelo epistemológico, dado que é uma construção das diferentes experiências de cada PFI, desde a etapa de estudantes na escola. Percebeu-se, com o questionário inicial que os PFI não possuem um modelo epistemológico definido que oriente seu fazer docente em sala de aula.

No segundo questionário aplicado, após a elaboração da SD, percebeu-se o primeiro indício de evolução do modelo epistemológico dos PFI, o qual é evidenciado na Figura 106. Esta evolução é destacada pela mudança das concepções a respeito do papel do professor e dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, pois abandonaram a ideia tradicional, na qual o professor só transmite o conteúdo aos estudantes, destacando em suas respostas que o fazer docente é:

PFI2: *“Ser mediador entre o conhecimento e o aluno”*.

PFI3: *“Ajudar os alunos a construir um conhecimento mais elaborado, a partir de conhecimentos mais simples”*.

PFI5: *“Instigar os alunos a buscar o conhecimento e dar-lhe significado dentro e fora da escola”*.

Por outro lado, o papel do estudante para 3 PFI mudou após a elaboração da SD, rejeitando a ideia do estudante ser um receptor ou um sujeito que *“absorve”* conhecimentos. Ao contrário de um PFI que mesmo após a elaboração da SD com metodologias de ensino que permitiram um papel ativo na construção do conhecimento, menciona:

PFI3: *“O papel do aluno no processo de ensino-aprendizagem é conseguir absorver os conteúdos de forma que depois consiga explicar”*.

As respostas fornecidas que permitiram a classificação dos PFI dentro de um modelo epistemológico construtivista foram:

PFI1: *“O estudante deve participar nas atividades, motivado para aprender e mostrando interesse em aprender”*.

PFI4: *“Aprender e dar-lhe um sentido aos conteúdos com o seu dia-a-dia”*.

PFI6: *“Ele é o principal neste processo, vai construir seu conhecimento com auxílio do professor e vai demonstrar se o método utilizado em sala de aula é eficaz”*.

Quanto a concepção de aprendizagem, no questionário intermediário esta se manteve igual em relação aos resultados obtidos no questionário inicial.

O questionário intermediário permitiu verificar uma primeira evolução sobre o modelo pedagógico dos PFI, mostrando uma tendência construtivista. Sendo esta uma contribuição da pesquisa ao conhecimento pedagógico e didático, o qual vai influenciar em seu fazer docente, nas mudanças educativas e na construção da aprendizagem significativa em sala de aula. Com exceção do PFI3, que continuou com o posicionamento pedagógico empirista, manifestado em suas concepções sobre a aprendizagem e o papel do estudante no processo de ensino-aprendizagem.

Por último no questionário final, constatou-se se os PFI permaneceram com o modelo epistemológico identificado no questionário intermediário.

Os resultados indicaram que os PFI, após aplicação da SD não mudaram seu posicionamento construtivista, favorecendo assim o processo de ensino-aprendizagem e a construção de uma aprendizagem significativa. Percebendo a aprendizagem como:

PFI2: *“É o processo em que os estudantes relacionam o novo conhecimento com seu dia-a-dia”*.

PFI5: *“Um processo onde o aluno aprende um novo conceito e consegue interligar com o conhecimento que ele já tem e consegue aplicar esse conhecimento”*.

Definiram seu trabalho no processo de ensino-aprendizagem durante aplicação da SD, como:

PFI1: *“Ser intermediador do conhecimento”*.

PFI6: *“fazer um estudo prévio sobre os assuntos a serem abordados para auxiliar na elaboração das atividades e pensar em uma maneira de abordagem diferente e fácil, com exemplos para que eles possam levar para adiante na vida”*.

E conferiram ao estudante um papel durante o mesmo processo, tal como:

PFI1: “*O papel do estudante é aquele que não só ouve, mas participa e interage com professor*”.

PFI4: “*Participar no desenvolvimento das atividades, interagindo, pensando e relacionando ao dia-a-dia*”.

No caso do PFI3, o qual no questionário inicial e intermediário apresentou concepções epistemológicas sobre o processo de ensino-aprendizagem empirista, mudou sua visão da aprendizagem, ao defini-la como: “*é o resultado do ensino, é uma construção que faz o estudante durante as aulas, experimentos e debates*”. Por outro lado, o papel do professor identificado pelo PFI3 durante aplicação foi “*ser uma ponte entre o conhecimento e o aluno, auxiliá-los por meio da aplicação da sequência a construírem conceitos*”, embora tenha abandonado a ideia inicial de ser um transmissor do conhecimento, ainda atribui ao estudante uma atuação passiva ao referir que o papel do estudante na aplicação da SD “*foi o receptor*”, apesar de elaborar atividades que permitiam um papel ativo do estudante. Por estas razões, ao contrário dos demais PFI considera-se que o PFI3 não tem um modelo epistemológico determinado que possa dirigir seu fazer docente.

#### 5.1.4.9. *Evolução do conhecimento científico sobre Bioquímica*

Considerando que Bioquímica é o tema abordado no desenvolvimento do projeto, fez-se necessário identificar concepções prévias dos PFI que podem contribuir ou obstaculizar o processo de ensino-aprendizagem ao início da proposta, bem como ao final do projeto, para determinar possíveis evoluções do conhecimento científico. Esta evolução pode ser resultado de sua formação disciplinar na universidade ou da participação da elaboração e aplicação da SD.

Para isso, iniciou-se com a indagação de estudos prévios sobre conteúdos de Bioquímica, questionando sobre o ensino de conteúdos de Bioquímica na escola e sua participação em aulas de Bioquímica na universidade. Embora os PCN+ mencionem conceitos químicos referentes à Bioquímica, na terceira série de ensino médio, os PFI não tiveram aulas destes conteúdos na escola. Uma possível razão, é que por ser um conteúdo que é abordado ao final do ano escolar, muitas vezes não é contemplado por falta de tempo. Entretanto, 5 PFI ao contrário de 1 PFI, já cursaram a disciplina de Bioquímica na universidade.

A respeito da identificação da evolução dos conhecimentos científicos, especificamente de Bioquímica, questionou-se no início e no fim do projeto sobre: do que os organismos são constituídos, as funções orgânicas presentes nas biomoléculas, macromoléculas e monômeros e aplicação dos conhecimentos bioquímicos.

No caso da questão “*do que os organismos estão constituídos*”? As respostas dependerão da concepção de cada PFI, que Segundo Audesirk, Audesirk e Byers (2004) pode ser: subatômico, atômico, molecular, macromolecular ou celular. As concepções encontradas nesta pesquisa para os PFI, no questionário inicial, foram que apesar de mencionar dentro da apresentação da pesquisa o tema “*Bioquímica*”, as respostas fornecidas não foram influenciadas.

Os PFI apresentaram diferentes concepções sobre o que somos constituídos (Figura 107), sendo classificados na categoria *a priori* atômico, as respostas que mencionaram os elementos químicos (Ibid., 2004), como:

PFI5: “*Carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, além de elementos como enxofre, sódio, potássio...*”.

Foi classificada na categoria molecular, a resposta do PFI1 por incluir em sua resposta moléculas, que são formadas pela união de dois ou mais átomos, por meio de ligações químicas (Ibid., 2004), como “*água e glicose*”.

Os dois PFI, com considerações macromoleculares, mencionaram em suas respostas, diferentes biomoléculas, que são consideradas como resultado da união de moléculas (monômeros) formando um polímero, com exceção dos lipídeos.

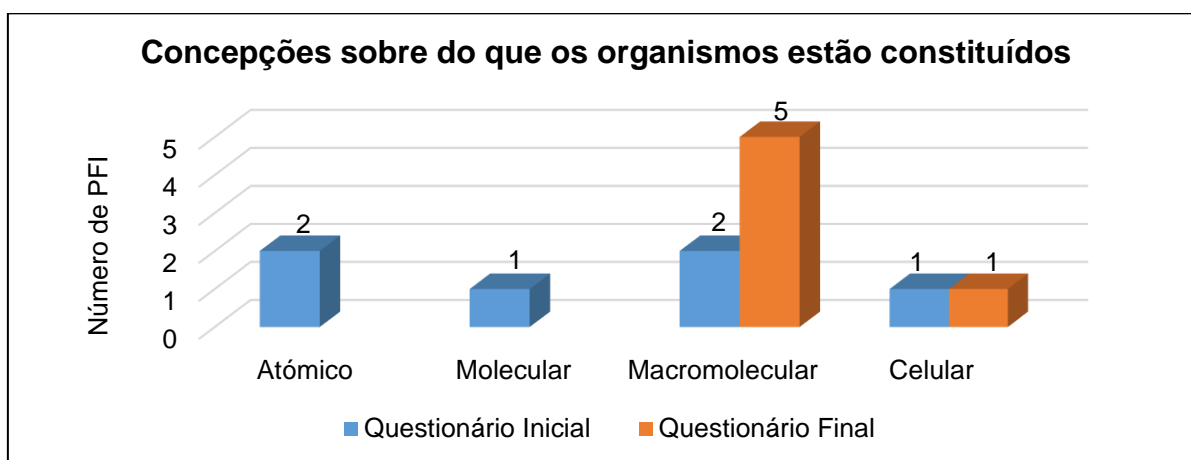
PFI3: “*De macromoléculas como proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos e carboidratos*”.

Por último, foi classificada na categoria celular a resposta do PFI4 por mencionar: “*somos constituídos por células e cada célula são essenciais para a estrutura e o funcionamento do organismo*” (sic).

No questionário final, identificou-se que os PFI mudaram suas concepções para uma concepção macromolecular, com exceção de um PFI que manteve sua concepção celular. Embora, as outras concepções não estejam erradas, suas respostas estavam relacionadas com os temas propostos na pesquisa, destaca-se a resposta do PFI3: “*Os organismos são compostos por biomoléculas. Ex: proteínas, lipídeos, carboidratos e ácidos nucleicos*”.



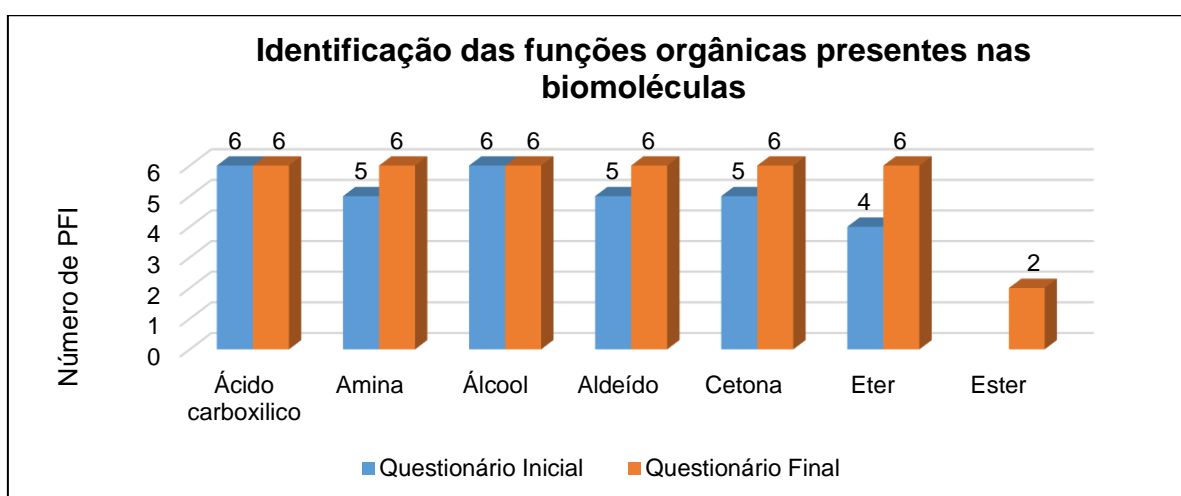
Figura 107 – Concepções sobre do que os organismos estão constituídos.



Fonte: Autores.

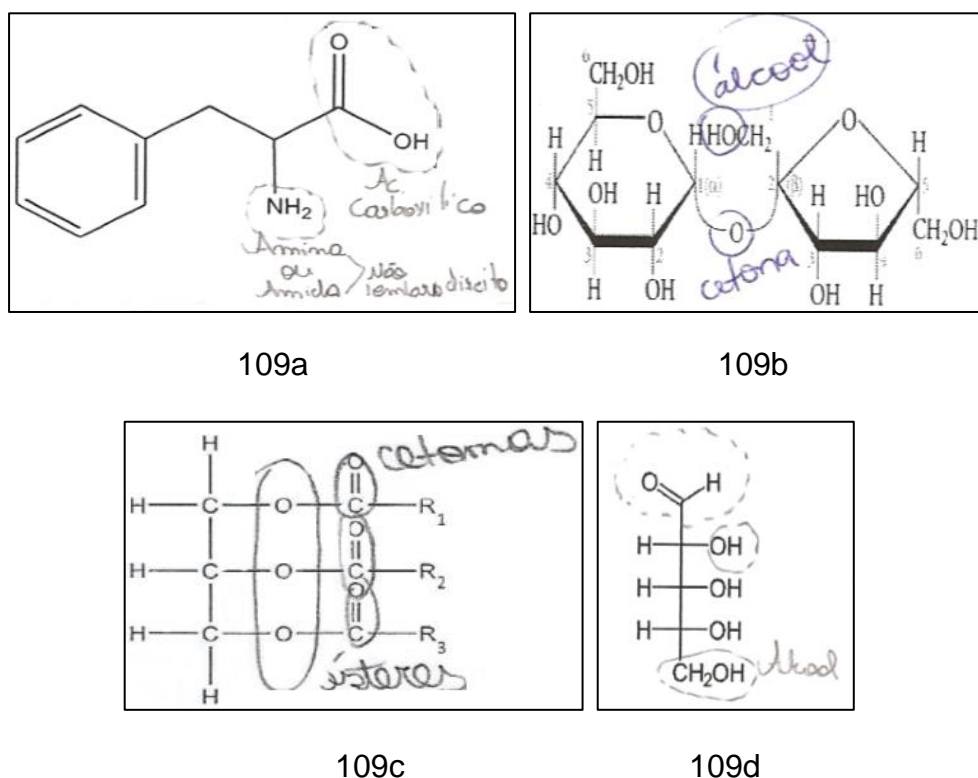
A respeito da identificação das funções orgânicas presentes nas biomoléculas (Figura 108), observou-se pelas respostas dadas no questionário inicial que os PFI não estavam preparados quanto a este conteúdo, visto que, apresentaram dificuldades na identificação das estruturas químicas, tais como: diferenciar uma amina de uma amida (**109a**); éter de cetona (**109b**), éster de éter e da cetona (**109c**) e atribuir os nomes às funções orgânicas aldeído e cetona (**109d**) (assinalou a função orgânica, mas não atribui o nome, sinal de desconhecimento ou confusões).

Figura 108 – Identificação das funções orgânicas presentes nas biomoléculas.



Fonte: Autores.

Figura 109 – Problemas dos PFI observados na identificação das funções orgânicas.

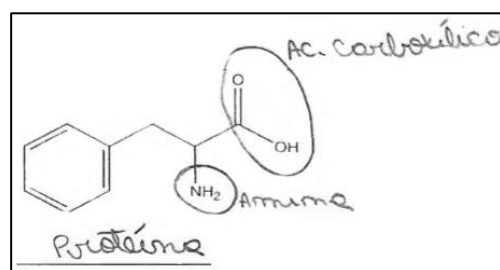


Fonte: Autores.

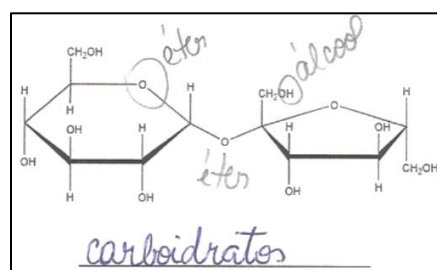
No questionário final, verifica-se uma aprendizagem dos conhecimentos disciplinares no desenvolvimento do projeto, a respeito da identificação das funções orgânicas presentes nas biomoléculas, pois nomearam de forma correta a função orgânica e identificaram a biomolécula a qual faz parte. Diferenciando, amina de amida dentro das estruturas dos aminoácidos (proteínas) (**110a**), o éter de cetona nos carboidratos (**110b**).

Porém, ainda percebe-se concepções alternativas a respeito da função orgânica éster, pois, os PFI não identificaram de forma correta os grupos presentes na estrutura do lipídeo, nomeando a função presente como éter e/ou cetona (**110c**), dificuldade também encontrada no primeiro questionário. Ressaltando que os 2 PFI que nomearam de forma correta a função orgânica éster no questionário final, foram os PFI que desenvolveram a oficina temática “*Lipídeos*” (**110d**). Este fato é considerado um problema dentro da formação disciplinar dos PFI, pois, é um pré-requisito para o ensino-aprendizagem de Bioquímica e de outros conhecimentos fornecidos no curso Química Licenciatura. E, dentro de sua prática docente pode gerar obstáculos no ensino-aprendizagem da Química.

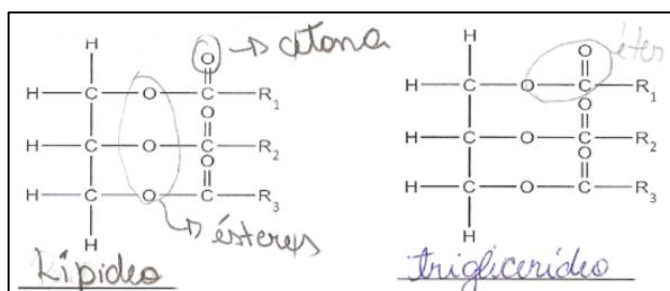
Figura 110 – Resultado final da identificação das funções orgânicas em biomoléculas.



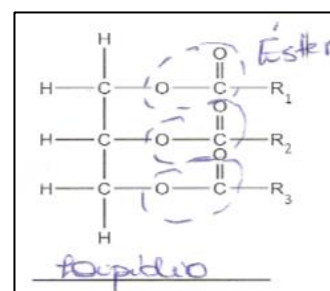
110a



110b



110c



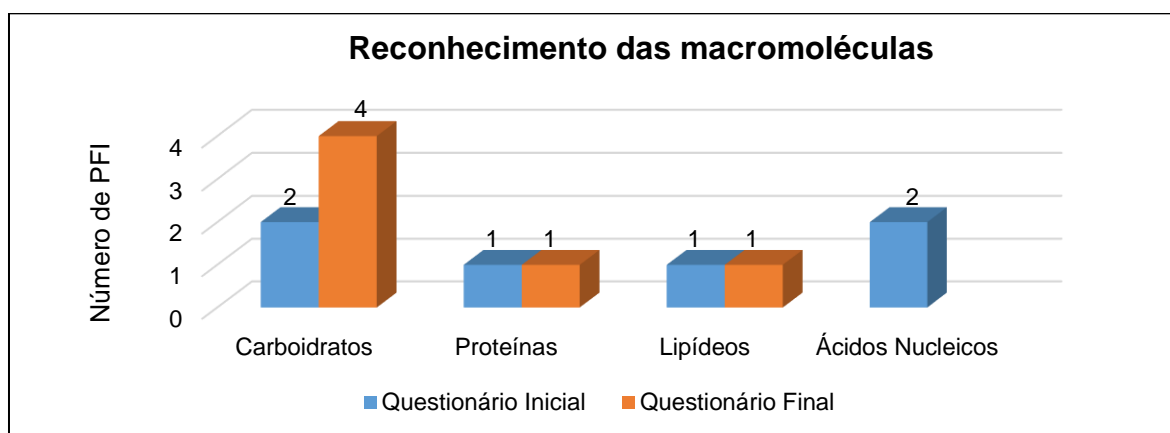
110d

Fonte: Autores.

Para investigar se os PFI identificavam as diferentes macromoléculas, aplicou-se a questão 5, correspondente ao Apêndice D, na qual os PFI deviam assinalar o nome da macromolécula descrita na questão, demonstrando desta forma o conhecimento do tema (Figura 111).

No questionário inicial, observa-se que embora a definição apresente características próprias dos carboidratos, como: *possuem em sua estrutura grupos hidroxila e um grupo carbonila, aldeído ou cetônico*, só 2 PFI acertaram a resposta, reconhecendo a macromolécula. A resposta “*ácidos nucleicos*” assinalada, pode ter sido influenciada pela presença dos termos *RNA* e *DNA* dentro da definição. No entanto, foi especificado que a biomolécula questionada faz parte do arcabouço estrutural do *RNA* e do *DNA*, sendo considerada errada a resposta, por uma má interpretação do texto ou pelo desconhecimento do tema. Para o caso dos PFI que marcaram proteínas e lipídeos, considerou-se que eles não conhecem as macromoléculas e suas características.

Figura 111 – Reconhecimento das macromoléculas por meio de sua definição.



Fonte: Autores.

No questionário final, identificou-se que 2 PFI fortaleceram seu conhecimento disciplinar durante o desenvolvimento do projeto. Mas, 2 PFI ainda apresentaram erros conceituais, após a elaboração e aplicação da SD e das disciplinas fornecidas pelo curso, pois, não reconheceram as macromoléculas por meio da análise de suas características.

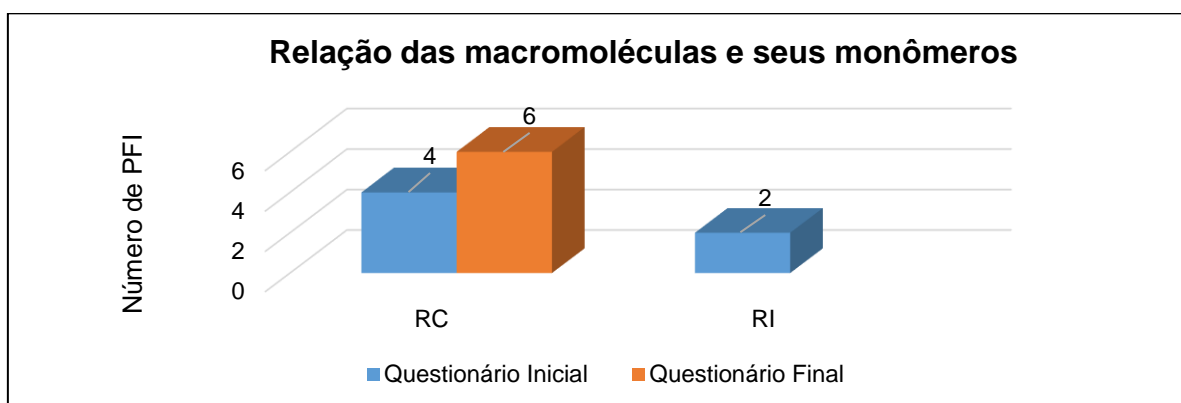
Além disso, para determinar se os PFI relacionam as macromoléculas com seus monômeros correspondentes, considerando que os lipídeos não possuem monômeros por não serem polímeros, questionou-se a os PFI por meio da pergunta 6 do Apêndice D (Figura 112). As relações estabelecidas pelos PFI, foram:

- Proteínas e aminoácidos.
- Carboidratos e aminoácidos.
- Lipídeos e aminoácidos.

Considerando que a resposta correta era a relação *Proteínas – Aminoácidos*, classificou-se as respostas dos PFI dentro das categorias *a priori*:

- Relaciona corretamente as macromoléculas e seus monômeros (RC).
- Relaciona de forma incorreta as macromoléculas e seus monômeros (RI).

Figura 112 – Relação das macromoléculas e seus monômeros.



Fonte: Autores.

Com os resultados, pode-se concluir que no questionário inicial, 4 PFI relacionaram de forma correta as macromoléculas e seus monômeros, os outros 2 PFI, ainda possuem problemas conceituais, que são identificados na relação incorreta de suas respostas. Não obstante, observou-se uma evolução significativa ao analisar o questionário final, visto que os PFI relacionaram de forma correta as macromoléculas e seus monômeros, sendo esta uma possível contribuição da pesquisa no fortalecimento dos conhecimentos científicos, com a elaboração, aplicação e socialização da SD.

Por último, dentro desta categoria analisou-se a aplicação dos conhecimentos bioquímicos na solução de duas situações. Na primeira situação, o PFI devia propor um método qualitativo para a determinação de amido em embutidos. Na segunda situação deveria explicar o que acontece com o cabelo ao ser exposto às mudanças de temperatura e pH. Para isso, identificou-se se os PFI utilizaram uma linguagem científica coerente, especificamente de Bioquímica na resolução das situações apresentadas.

Para a primeira situação, verificou-se no questionário inicial que 3 PFI não possuíam *subsunções* a respeito do tema, visto que não forneceram respostas que manifestassem algum tipo de concepção. No entanto, 3 PFI propuseram a adição de iodo como técnica qualitativa para identificar amido, argumentado:

PFI3: “*Já havia testado em casa e acessível*”.

PFI4: “*É uma metodologia adequada, sendo que se identifica a presença do amido pela mudança da cor*”.

PFI5: *“É prático e de menor custo”*.

Observou-se que as respostas não apresentam uma linguagem química que justifique de forma científica sua escolha pelo iodo, ao contrário do questionário final, no qual os 6 PFI determinaram como técnica qualitativa para identificar amido a adição de iodo ou do reagente Lugol, argumentado sua escolha, utilizando linguagem científica e seus conhecimentos sobre o tema. Ressaltam-se as respostas dos PFI que não responderam no questionário inicial:

PFI1: *“Adicionar Lugol nas amostras dos alimentos embutidos, onde se apresenta a coloração escura, possui o polissacarídeo amido (carboidrato). Pois o amido forma um complexo com o iodo do Lugol”*.

PFI6: *“Determinaria a presença de amido com o reagente Lugol, é um método qualitativo que muda a cor para roxo pelo complexo que se forma”*.

Na segunda situação, os PFI manifestaram terem conhecimentos prévios do tema (exceto o PFI1 que não respondeu) ao mencionar termos, como: *“proteínas”, “ligações hidrogênio”* e *“queratina”*. Mas, os argumentos iniciais apresentam uma linguagem coloquial ou não científica:

PFI3: *“O efeito na proteína é que retira a água do cabelo, ressecando-o”*.

PFI2: *“Diminuição das pontes de hidrogênio e alguma coisa com a queratina”*

No entanto, no questionário final os PFI utilizaram seus conhecimentos e linguagem considerada científica:

PFI1: *“No cabelo temos um composto chamado queratina, o qual é uma proteína terciária. Após a utilização de chapinhas e secadores a queratina desnatura por causa do aquecimento (alta temperatura) e com a coloração acontece o mesmo, devido a presença de compostos entre eles orgânicos que alteram o pH”*.

PFI2: *“A proteína queratina do cabelo, quando é exposta a altas temperaturas ou mudanças de pH perde sua estrutura terciária, ou seja, sua estrutura tridimensional ocasionando a perda da função biológica, o que se conhece como desnaturação”*.

PFI4: *“As ligações de hidrogênio e dissulfeto presentes na estrutura da proteína do cabelo (queratina) se rompem pelas altas temperaturas das chapinhas e secador, com a coloração do cabelo, a proteína é afetada pelos oxidantes que possui o colorante (pode ser água oxigena) alterando a estrutura”*.

O PFI6 não justificou sua resposta, nem articulou seus conhecimentos com a situação, somente mencionou: *“desnaturação da queratina proteína do cabelo”*.

## 5.2. INTERVENÇÕES EM SALA DE AULA COM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”

Neste item descreveremos a análise das cinco etapas correspondentes à aplicação da sequência didática em sala de aula, sendo a 1ª etapa a apresentação da proposta, a 2ª, 3ª e 4ª etapas correspondentes às oficinas temáticas carboidratos, proteínas e lipídeos respectivamente, e a 5ª e última etapa a finalização da proposta.

### 5.2.1. 1ª Etapa: Apresentação da proposta

Os sujeitos participantes do início ao fim do desenvolvimento desta fase foram 12 estudantes (EST) de uma turma da terceira série de Ensino Médio. Para dar início as intervenções, primeiramente, investigou-se o perfil dos sujeitos por meio de um questionário, o qual será analisado e discutido dentro dos tópicos: Preferência pelas disciplinas; Recursos utilizados para a elaboração de pesquisas; Expectativas para o futuro e Relação da Bioquímica com o cotidiano.

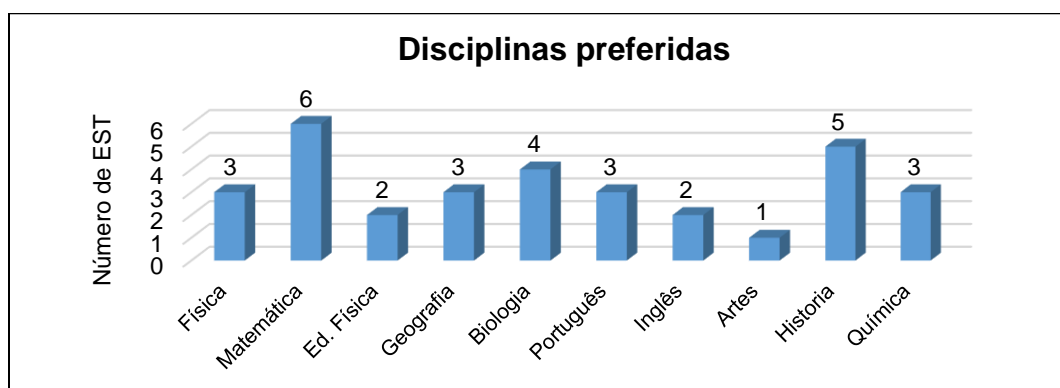
#### 5.2.1.1. *Preferência pelas disciplinas*

Os EST foram questionados sobre suas disciplinas preferidas na escola para determinar suas preferências em relação às diferentes áreas do conhecimento, pois esta preferência, pode ser ou não uma motivação, para aprender os conteúdos que concernem à Química. Suas respostas poderiam incluir mais de uma disciplina, as quais foram agrupadas nas categorias emergentes (Figura 113).

Os resultados demonstram que 50% dos EST preferem a disciplina de Matemática, por gostarem de “*cálculos*” e “*números*”, ou, por ter relação com os cursos que desejam ingressar em universidades. O EST5 destaca: “*Matemática, porque eu gosto de cálculos e vou fazer ciências econômicas*”. A segunda disciplina mais citada pelos EST é História, a afinidade por esta, segundo o EST 8 é por “*falar de coisas que já aconteceram*” e “*permitir aos alunos terem diálogo*” de acordo com o EST12.

No caso da Química, foi citada apenas por 3 EST da turma, argumentado seu gosto pela disciplina por “*estar presente no nosso dia-a-dia*” (EST7). Acreditamos que este resultado é por esta disciplina ser considerada de difícil compreensão, já que requer que o estudante seja capaz de relacionar o mundo macroscópico que percebe com o mundo submicroscópico que não pode perceber. Além, de aprender um sistema de símbolos necessários para sua representação (NAKAMATSU, 2012). Este resultado pode influenciar no desempenho acadêmico e na falta de interesse pelo estudo da Química (CÁRDENAS, 2006).

Figura 113 – Disciplinas preferidas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

#### 5.2.1.2. Recursos utilizados para a elaboração de pesquisas

Nesta categoria, busca-se verificar as ferramentas utilizadas pelos EST para a elaboração das pesquisas, pois, algumas intervenções precisaram da busca de informação para o desenvolvimento das atividades. Obteve-se como resultado: 12 EST utilizam a internet como recurso de pesquisa, 7 EST os livros e 1 EST artigos de revistas, considerando que alguns EST forneceram mais de uma opção.

#### 5.2.1.3. Expectativas para o futuro

Considerando que a turma participante da pesquisa estava concluindo o Ensino Médio, questionou-se sobre suas expectativas para o futuro. As categorias que

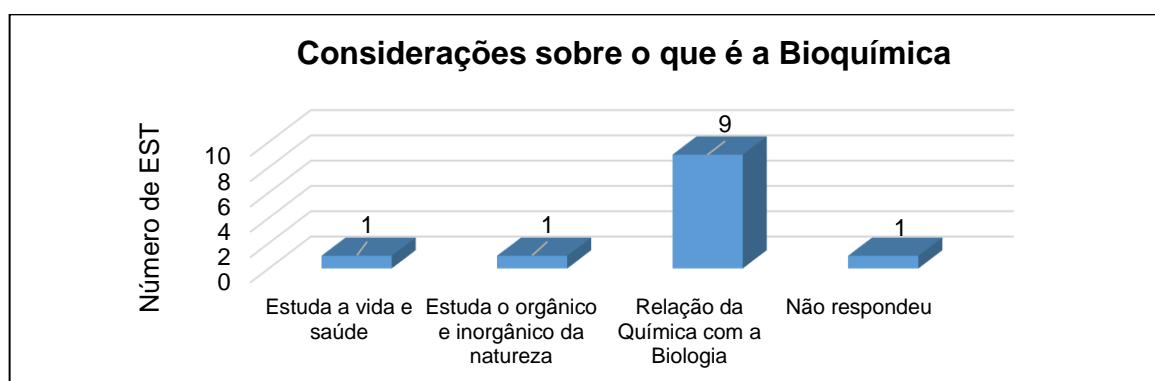


emergiram a partir das respostas foram: faculdade e serviço militar. Com estas, verificou-se que 10 EST têm interesse de ingressar à faculdade, citando especificamente cursos de graduação, dentre eles: matemática, medicina, biologia – bacharelado e ciências econômicas e 2 EST têm interesse de servir o exército.

#### 5.2.1.4. Relação da Bioquímica com o cotidiano

Questionou-se aos EST sobre o que considera que é a Bioquímica e sua relação com o cotidiano, por ser o tema proposto nesta pesquisa (Figura 114).

Figura 114 – Considerações dos estudantes sobre o que é a Bioquímica.



Fonte: Autores.

Os resultados adquiridos evidenciam que os EST possuem conhecimentos prévios sobre o que é a Bioquímica, com exceção de 1 EST que não respondeu o questionamento. A Bioquímica é uma ciência moderna que integra os conhecimentos da Biologia e da Química, como é reconhecido por 9 EST participantes da pesquisa. Segundo Berg, Tymoczko e Stryer (2004) a Bioquímica é considerada “*a química da vida*”, por estudar os seres vivos a um nível molecular e explicar sua constituição orgânica (biomoléculas) e inorgânica (água e minerais). Por conseguinte, as respostas dos EST concordam com a teoria, sendo coerentes cientificamente.

A respeito de sua relação com o cotidiano, destacam-se alguns exemplos apresentados pelos EST:

EST2: “*Processos químicos quando fazemos exercícios*”.

EST9: “*A química da água*”.

EST3: “Os medicamentos”.

EST5: “Só no corpo humano já está presente a Bioquímica”.

EST11: “Alimentos”.

## 5.2.2. 2ª Etapa: Oficina temática “Carboidratos”

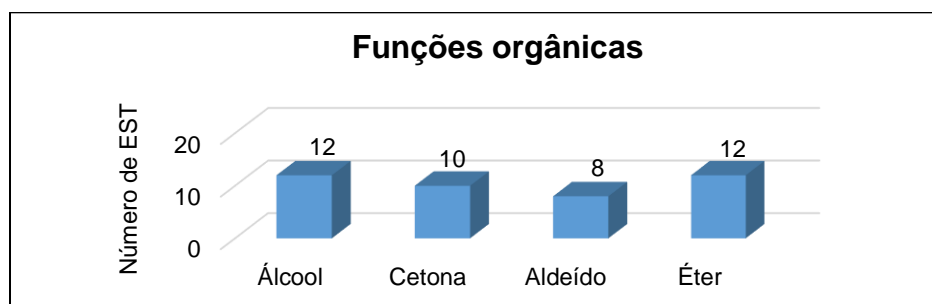
### 5.2.2.1. Organização dos conhecimentos prévios

Para que o novo material significativo (SD) fosse coerente com os conteúdos a serem ensinados e com a estrutura cognitiva do estudante, utilizou-se organizadores prévios para os *subsunçores* não presentes na estrutura cognitiva do estudante, identificados por meio de um questionário inicial, o qual será analisado dentro do tópico “*Indícios de aprendizagem significativa sobre carboidratos*”.

O organizador prévio utilizado é classificado de acordo com Ausubel (1978) como exploratório, já que os EST não possuem os *subsunçores* necessários para aplicação do novo material, sendo completamente desconhecido (não é familiar). Justifica-se pelo fato de que no questionário inicial os EST não responderam a respeito das funções orgânicas (pré-requisito).

Portanto, conforme apresentado na metodologia desta pesquisa, utilizou-se exemplos familiares que servissem de “*ponto de ancoragem inicial*” para o novo conhecimento, apresentando as funções orgânicas presentes nos carboidratos, os quais foram classificados pelos EST com o objetivo de verificar sua compreensão para dar início ao novo conteúdo. Os resultados foram organizados na Figura 115.

Figura 115 – Funções orgânicas identificadas pelos estudantes nos carboidratos.



Observou-se no desenvolvimento das atividades da intervenção 4 e 5 que alguns EST tiveram dificuldades, os quais foram auxiliados pelos demais EST da turma e a pesquisadora. As dificuldades encontradas foram: diferenciar a função orgânica aldeído de cetona, pela presença do grupo carbonila na estrutura e identificar a função orgânica cetona e o grupo éter, justificando que o oxigênio está entre a cadeia carbônica, ignorando a dupla ligação do grupo carbonila.

No entanto, identificou-se que os EST não apresentaram dificuldades na identificação das funções orgânicas álcoois e éter. Constatou-se com os resultados apresentados, que apesar dos EST possuírem algumas dificuldades, o organizador prévio forneceu as “*ideias âncoras*” relevantes para aprendizagem do novo material.

#### 5.2.2.2. *Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas*

Dentro deste tópico, analisou-se a construção do conhecimento químico relacionados ao tema carboidratos em cada momento pedagógico, o favorecimento da aprendizagem significativa e o fortalecimento das habilidades cognitivas segundo a revisão da Taxonomia de Bloom, conforme descrito a seguir.

##### 5.2.2.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.

Para iniciar a construção do conhecimento químico sobre carboidratos, além de aplicar o questionário inicial para identificar alguns *subsunçores*, aplicou-se a atividade “*mensagem invisível*” para desafiar os EST a utilizar suas ideias e concepções prévias com a pergunta presente na mensagem “*Quem sou eu?*”.

Os 12 EST responderam “*carboidratos*” ao questionamento, pois alguns já possuíam conhecimentos sobre suas funções biológicas e outros foram influenciados pelas respostas de seus colegas. Algumas respostas foram:

EST1: “*Carboidratos, porque na mensagem diz que proporciona energia e os carboidratos tem essa função*” (sic).

EST4: “*É o carboidrato, pois dá energia e proporciona a glicose na corrente sanguínea para que o cérebro funcione*”.

EST12: “*Os carboidratos, porque este nutriente proporciona energia e glicose*”.

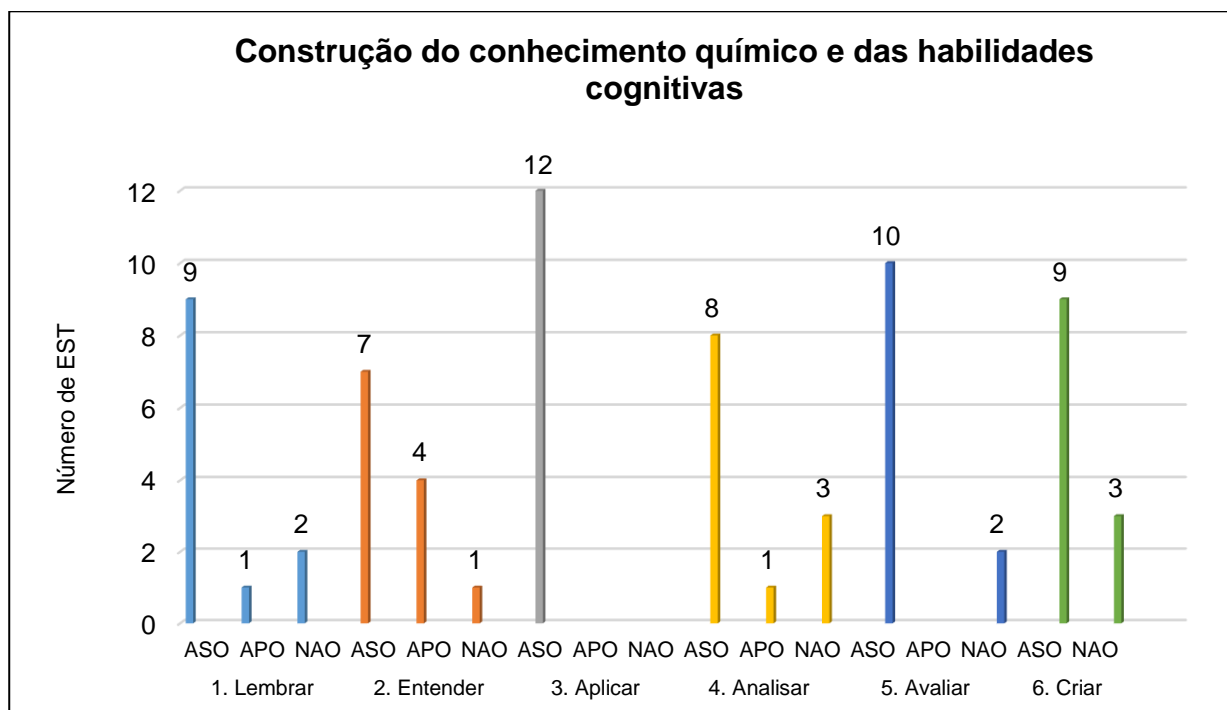
#### 5.2.2.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

Dentro do 2MP, iniciou-se o processo de ensino – aprendizagem dos diferentes conteúdos químicos correspondentes ao tema carboidratos, por meio de diferentes metodologias de ensino propostas pelos PFI que formaram o Gp.1. Os resultados obtidos foram avaliados a partir dos objetivos de aprendizagem estabelecidos pelos PFI para cada nível e categoria da Taxonomia de Bloom revisada, a serem alcançados pelos EST. As categorias *a priori*, expostas a seguir, são utilizadas para a análise:

- Alcançou satisfatoriamente o objetivo de aprendizagem (ASO).
- Alcançou parcialmente o objetivo de aprendizagem (APO).
- Não alcançou o objetivo de aprendizagem (NAO).

Os critérios para determinar se o EST alcançou satisfatoriamente, parcialmente ou não alcançou o objetivo de aprendizagem, serão discutidos dentro de cada nível e categoria seguir. Os resultados desta oficina estão apresentados na Figura 116.

Figura 116 – Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas dos estudantes.



Fonte: Autores.

Para a análise da categoria *Lembrar* (nível 1), considerou-se o objetivo de aprendizagem **definir o que são os carboidratos a partir da leitura de um artigo**. Os EST enquadrados na categoria ASO definiram os carboidratos a partir da informação fornecida no artigo “*Carboidratos garantem energia e boa alimentação*” (VELOSO, 2009), mencionaram os elementos que constituem os carboidratos e outros nomes que são utilizados para designar os carboidratos. Os que foram categorizados em APO, proporcionaram informação incompleta na solução da atividade e os EST da categoria NAO forneceram uma resposta errada ou não responderam.

Os resultados obtidos conforme Figura 116, foram que 9 EST cumpriram com os critérios estabelecidos para a categoria ASO, assim, fortalecendo a habilidade de reconhecer ou recordar uma determinada informação relevante memorizada (ANDERSON, et al., 2001). Algumas respostas foram:

EST8: “*Os carboidratos também chamados de hidratos de carbono, são a principal fonte de energia para o corpo, constituídos pelos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio*”.

EST11: “*Os carboidratos ou hidratos de carbono, são importantes na nossa alimentação, pois são a principal fonte de energia, constituídos pelos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio*”.

1 EST forneceu uma resposta incompleta, APO, por faltar algum critério dos estabelecidos que podem ser úteis na construção do novo conhecimento.

EST7: “*São a principal fonte de energia para o corpo*”.

Por último, 2EST foram classificados na categoria NAO, já que 1 EST forneceu uma resposta errada, ainda tendo o auxílio do artigo para responder a atividade e o outro EST não preencheu a atividade (EST9 não compareceu à intervenção).

EST3: “*São também conhecidos como hidratos de carbono, são todos os alimentos que se transformam em açúcar, constituídos por dois átomos de hidrogênio, 1 de oxigênio e 1 de carbono*”.

Embora o EST3 mencione de forma correta outra denominação dos carboidratos, construiu uma concepção errada sobre o que são os carboidratos, visto que eles não se transformam em açúcar como destaca e sim são açúcares. Além disso, os carboidratos, embora sejam constituídos pelos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio, não é especificamente a quantidade citada pelo EST, esta resposta pode ser atribuída a uma má interpretação da fórmula empírica  $[C_n(H_2O)]_n$ .

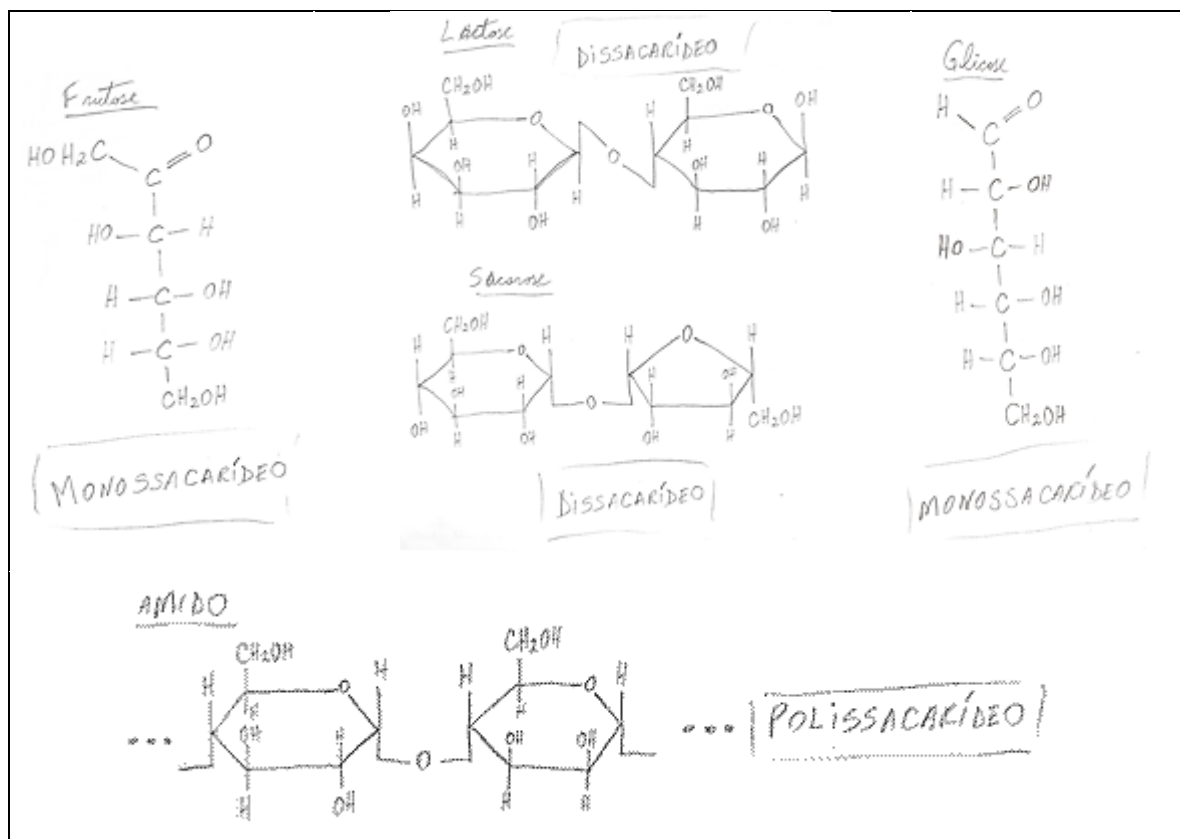
Na categoria *Entender* (nível 2), os EST deveriam alcançar o objetivo de aprendizagem: **classificar em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, os carboidratos descritos nos rótulos dos alimentos**, após o estudo do tema. Os resultados foram classificados em ASO se o EST identificou de forma correta os alimentos que contêm carboidratos em sua composição a partir dos rótulos nutricionais e identificou de forma correta o tipo de carboidrato presente (frutose, sacarose, lactose, amido e glicose) (Figura 117), para poder classificar de forma correta os carboidratos identificados, como monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos (Figura 118). Como foi o caso de 7 EST que cumpriram com os critérios, alcançando o objetivo e fortalecendo significativamente a habilidade de articular o novo conhecimento e o previamente adquirido (ANDERSON, et al., 2001).

Classificou-se em APO, 4 EST que apresentaram dificuldades na identificação dos carboidratos presentes nos alimentos, pois apesar de terem classificado corretamente, assinalaram também carboidratos que não fazem parte do alimento, o que dificulta os EST a relacionar de forma correta os conteúdos químicos com seu cotidiano. Além disso, classificou-se na categoria NAO, o EST1 que identificou de forma errada os carboidratos presentes nos alimentos segundo o rotulo nutricional e não realizou a correspondente classificação dos carboidratos.

Figura 117 - Exemplo dos carboidratos identificados nos rótulos nutricionais.

ALIMENTOS (RÓTULOS)	CONTÉM CARBOIDRATOS?		TIPO DE CARBOIDRATO				
	Sim	Não	Frutose	Lactose	Sacarose	Amido	Glicose
Feijão	X					X	
Arroz	X					X	
Massa	X					X	
Pão	X				X	X	
Leite	X			X			
Açúcar	X			X	X		
Refrigerante	X				X		
Queijo		X					
Presunto		X					
Farinha de trigo	X					X	
Iogurte	X		X	X	X	X	X
Batata frita	X			X	X	X	
Leite condensado	X			X	X		
Sucos de caixa	X		X		X		X
Bolacha	X				X	X	

Figura 118 – Classificação dos carboidratos identificados nos rótulos nutricionais.



Fonte: Autores.

No caso da categoria *Aplicar* (nível 3), avaliou-se os EST após o estudo do tema, se alcançaram o objetivo de aprendizagem **executar atividades experimentais em alimentos, para verificar a presença de carboidratos**. Constatando-se que ASO os EST que verificaram a presença de carboidratos, especificamente o polissacarídeo amido nas amostras de alimentos disponibilizadas. Os 12 EST identificaram a presença de amido de forma correta nas amostras apresentadas (Figura 119), além de articular os resultados com os conhecimentos já construídos no decorrer da oficina temática, ao mencionar que embora diferentes amostras não mudaram sua cor por não possuírem amido, mas podem ter outros carboidratos.

EST10: "Os alimentos que não mudaram de cor roxo não apresentam o polissacarídeo, apresentam apenas monossacarídeo frutose e glicose".

Figura 119 – Alimentos identificados pelos estudantes que possuem amido.

Batata: AMIDO	Maca: NÃO POSSUE (frutose)
Arroz: AMIDO	Pão: AMIDO
Banana: NÃO POSSUE (frutose)	Mortadela: AMIDO
Farinha de milho: AMIDO	Inguito: AMIDO
Queijo: NÃO POSSUE	Presunto: NÃO TEM (proteína)
Sorvete: NÃO TEM (frutose)	Amida de milho: AMIDO
Massa: AMIDO	

Fonte: Autores.

Destaca-se que os resultados obtidos com a atividade experimental, levou os EST a refletir sobre os produtos que estão consumindo, fortalecendo desta maneira não só habilidade cognitiva correspondente à categoria “*executar ou usar um procedimento numa situação específica*” (ANDERSON, et al., 2001), como também contribui para formação de homens e de mulheres mais críticos, o qual segundo Chassot (2001) é um objetivo da alfabetização científica. Um exemplo é transcrito a seguir:

Ao fazer este experimento podemos identificar a presença de amido em alguns alimentos e descobrir que três tipos de alimentos que não deveriam conter este carboidrato, apresentaram a presença de amido, o que nos faz pensar em como as indústrias fabricam os alimentos que consumimos. Quando descobrimos a importância dos carboidratos na nossa alimentação, fica mais fácil de introduzir eles na nossa dieta, pois temos a noção de quais alimentos contem: amido, frutose, sacarose, lactose, etc... teremos uma melhor alimentação. O conhecimento nos traz mais facilidade para cuidar da nossa saúde (EST11).

O seguinte nível da revisão da Taxonomia de Bloom é *Analisar* (nível 4), o qual foi avaliado a partir do alcance do objetivo de aprendizagem **identificar as funções biológicas dos carboidratos no organismo dentro de situações-problema**, se o EST fortaleceu a habilidade de dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes e entendeu a inter-relação existente entre as partes (ANDERSON, et al., 2001).

Para isso, considerou-se como critério para classificar na categoria ASO se o EST mencionou na solução das duas situações problemas a função biológica do carboidrato envolvido, sendo que para sua identificação o EST deve ler, analisar e saber reconhecer a informação irrelevante e relevante que possa auxiliar na solução.



Os resultados foram que apenas 8 EST alcançaram o objetivo de forma satisfatória, na explicação do que ocorreu com Ricardo e Maria usando em seus argumentos a função biológica correta dos carboidratos, como descrito no Quadro 31.

Quadro 31 – Soluções das situações problema descritas pelos estudantes.

EST	SITUAÇÃO PROBLEMA N. 1	SITUAÇÃO PROBLEMA N. 2
4	<i>“Os carboidratos tinham como função na dieta de Ricardo fornecer energia para a realização das atividades, que seria o futebol. Ricardo ficou sem energia para jogar bola por não consumir carboidratos”.</i>	<i>“Maria por não comer, não tinha renovado sua fonte de energia, consumindo o glicogênio que é uma reserva de energia do nosso corpo, por isso ficou com uma forte dor de cabeça. Eu acho que ela deve comer no intervalo da aula”.</i>
7	<i>“Os carboidratos atuam como “combustível” fornecendo a energia necessária às atividades, quando Ricardo parou de consumir carboidratos ficou sem energia para realizar suas atividades”.</i>	<i>“O glicogênio constitui uma reserva alimentar, é uma reserva natural energética em animais, quando o organismo necessita de glicose, imediatamente transforma o glicogênio em glicose. Maria ficou muito tempo sem se alimentar, assim, gastou sua energia, consumindo o glicogênio é a glicose que o cérebro precisa, o que resultou em dor de cabeça, recomendo que Maria não fique tanto tempo sem se alimentar”.</i>
11	<i>“Quando Ricardo, eliminou os carboidratos, eliminou sua principal fonte de energia e acabou ficando desmotivado e sem energia para jogar futebol”.</i>	<i>“Maria deve refazer sua dieta, adicionando mais carboidratos ao seu café da manhã, para ter uma reserva maior de energia e também deve repor sua reserva fazendo um lanche no seu intervalo que seja rico em carboidratos para que seu glicogênio que é sua reserva de energia dure até a hora do almoço e não fique com dor de cabeça ou até mesmo doente”.</i>

Fonte: Autores.

A partir dos resultados obtidos pode-se dizer que o EST2 se enquadra na categoria APO (Quadro 32), pois embora, tenha mencionado de forma correta as funções biológicas dos carboidratos em cada situação problema, não justificou sua resposta com argumentos que complementassem sua solução e demonstrasse a

construção de um conhecimento mais complexo. Além disso, não propôs alguma recomendação para Maria (situação problema n.2) não ficar doente de novo, tarefa solicitada no problema. Além disso, 3 EST foram classificados na categoria NAO, pois não estavam presentes nesta intervenção.

Quadro 32 – Solução do estudante que APO da categoria *Analisar*.

EST	SITUAÇÃO PROBLEMA N. 1	SITUAÇÃO PROBLEMA N. 2
2	"Ficou sem a energia".	"Os níveis de glicose podem estar baixos, por isso foi suprida com o glicogênio que é a reserva de energia".

Fonte: Autores.

Por último, no 2MP se fortaleceu a habilidade da categoria *Avaliar* (nível 5), que é realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia, com o alcance do objetivo de aprendizagem **formular hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água, a partir da análise das formulas estruturais**. Essas hipóteses, seriam posteriormente testadas experimentalmente, para assim poder concluir quais carboidratos são solúveis em água. Os critérios para avaliar a atividade foram classificados em:

- ASO se o EST formulou hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água, utilizando alguns critérios e o conhecimento construído em termos químicos. Se testou de forma experimental suas hipóteses e contrapôs os resultados obtidos na atividade experimental a fim de determinar erros.

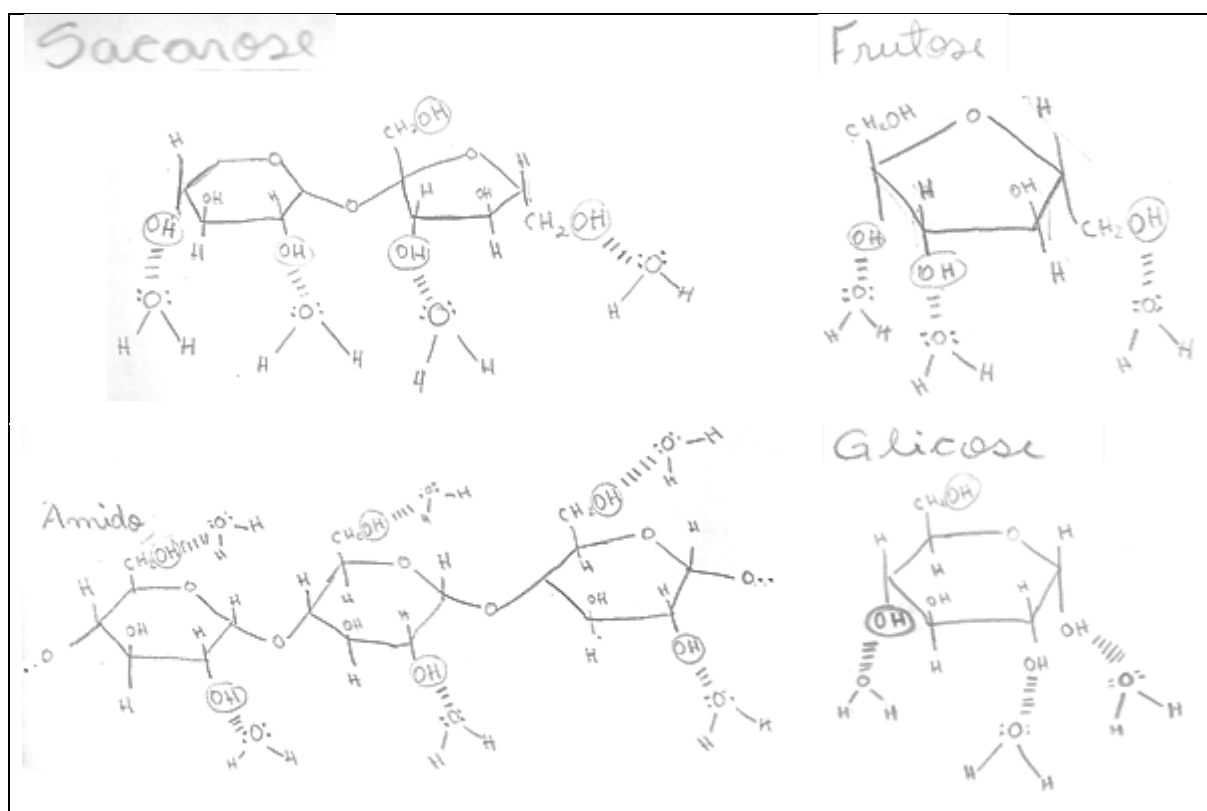
- APO se o EST formulou hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água, utilizando alguns critérios e conhecimento construído em termos de química e testou de forma experimental suas hipóteses. Mas não contrapôs os resultados obtidos na atividade experimental com suas hipóteses para determinar erros e concluir.

- NAO se o EST não formulou as hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água.

Conforme apresenta-se na Figura 116, 10 EST utilizaram seus conhecimentos construídos para formularem hipóteses, lembrando que o fim da Taxonomia de Bloom revisada é que o EST utilize o conhecimento obtido no nível anterior. O que se justifica no fato dos EST argumentarem suas hipóteses, utilizando as estruturas químicas

apresentadas de cada soluto e propondo possíveis ligações hidrogênio entre estes e a água (Figura 120). As hipóteses fornecidas pelos EST foram “*todos os solutos são solúveis na água*” (exceto o EST5, o qual menciona que a frutose não é solúvel, mas não faz referência do porquê de sua hipótese), como se evidencia na resposta do EST7: “*Os solutos são solúveis, pois há atração entre os dipolos positivos e negativos, essa acontece porque nas estruturas tem OH e pode formar ligações de hidrogênio com água*”.

Figura 120 – Possíveis ligações hidrogênio propostas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Além disso, o EST deveria testar de forma experimental a solubilidade dos carboidratos para contrapor os resultados obtidos com suas hipóteses, determinando os erros (Figura 121). Dos erros encontrados destaca-se a solubilidade do amido, porque embora considerem a presença dos grupos hidroxila na estrutura do amido, não houveram explicações sobre a sua forma de hélice, o que resulta, segundo Junior (2008), uma baixa solubilidade é devido à grande quantidade de ligações hidrogênio

intracadeia, fato que minimiza a interação com a água. Conforme destacam os estudantes em suas conclusões:

EST1: “No amido, que não é solúvel em água fria segundo os resultados, pois faz ligações de hidrogênio em cadeia e poucas com água”.

EST3: “O amido não é solúvel em água, porque em sua cadeia em forma espiral faz ligações de hidrogênio entre a cadeia com as glicoses presentes e não com ligações com água”.

EST5: “Achei que a frutose não era solúvel em água, mas é solúvel, pois ocorre atrações ou ligações de hidrogênio”.

EST8: “Errei no amido, pois eu coloquei que era solúvel na água e nos resultados deu que não é solúvel, pois o amido não faz ou faz poucas ligações de hidrogênio com água por sua forma”.

Figura 121 - Resultados obtidos pelos estudantes na comprovação de suas hipóteses.

Soluto	Solvente	Solúvel	
		Sim	não
Sacarose	Água	X	
Amido	Água		X
Glicose	Água	X	
Frutose	Água	X	

Fonte: Autores.

Por outro lado, classifica-se 2 EST na categoria NAO por formular hipóteses apenas mencionando os solutos que seriam solúveis em água, sem utilizar o conhecimento construído no decorrer do 2MP.

EST10: “Todos são solúveis em água”.

EST12: “A glicose e amido são solúveis na água”.

### 5.2.2.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

No último momento pedagógico, analisou-se a categoria *Criar* (nível 6) que está relacionado com a habilidade de integrar elementos com o objetivo de criar uma nova solução, estrutura ou modelo, utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos (ANDERSON, et al., 2001).

Desta forma, considerando o objetivo de aprendizagem **elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas**, analisou-se se os grupos de trabalho alcançaram o objetivo de forma satisfatória ou não. Os grupos foram denominados como Ge.1 a Ge.4, sendo os grupos constituídos: Ge.1: EST3, EST8, EST9; Ge.2: EST4, EST5; EST7; Ge.3: EST1, EST6, EST11; Ge.4: EST2, EST10, EST12.

Considera-se que o grupo classificado na categoria ASO justificou a causa dos sintomas de Débora a partir de sua alimentação, decifrou os resultados do exame de sangue e propôs alternativas em sua alimentação e nas práticas de atletismo para solucionar seu problema e melhorar sua saúde.

Conforme Figura 116, apenas 3 grupos (Ge.1, 3 e 4) cumpriram com o objetivo e fortaleceram a habilidade correspondente a este nível. Além de mostrar indícios de aprendizagem significativa ao utilizar o conhecimento construído no percorrer dos diferentes níveis e categorias da Taxonomia de Bloom, articulando estes conhecimentos na solução de uma situação que embora seja fictícia poderia também ocorrer na vida dos próprios estudantes.

Também ressalta-se o fato da busca de informação e o trabalho em grupo como forma de contribuir na construção do conhecimento neste último nível, reunindo informações e organizando as diferentes ideias de forma clara e coerente no texto.

Conforme já mencionado, se justifica a classificação dos 3 grupos na categoria ASO por apresentar em suas respostas os critérios estabelecidos, como se apresenta nos seguintes trechos dos e-mails elaborados como resposta pelos EST (Quadro 33).

Quadro 33 - Trechos dos e-mails elaborados como resposta pelos grupos.

<p><b>Ge.1:</b> Oi. Estamos mandando este e-mail para contar que <b>os exames de Débora mostraram que ela possui hipoglicemia</b>, essa doença indica que ela está com o nível de glicose muito baixo no sangue, o nível normal é de 60 a 100 mg/dL e ela está com 55 mg/dL, isso explica as tonturas, tremores, palidez e dificuldades em concentrar-se em suas tarefas.</p> <p>Essa doença pode <b>ser causa de sua má alimentação</b>, pois, não consome a quantidade de Kcal recomendada que é 2550 por dia[...].</p> <p>No entanto, pode ser controlada com um tratamento que é simples, pois precisa simplesmente de ingestas periódicas de carboidratos principalmente antes dos treinos e após uma fruta, devem ser evitados ao máximo jejuns e atividades físicas muito desgastantes. <b>Por isso recomendamos em sua alimentação</b> (aqui o grupo apresenta alguns alimentos que podem ser consumidos por Débora). <b>Além disso, ela dever ser acompanhada periodicamente por uma nutricionista.</b></p>
<p><b>Ge.3:</b> Bom dia, estamos bem e prontos para ajuda-los. <b>Após analisar os exames de Débora identificamos que ela está com hipoglicemia</b>, pois sua taxa está abaixo do padrão indicado que é de 60-100 mg/dL [...].</p> <p>Chegamos à conclusão que a <b>alimentação de Débora está errada, pois o recomendado é consumir aproximadamente 2000 Kcal por dia, mas Débora consome 898 Kcal diariamente</b> [...].</p> <p><b>Montamos uma tabela de alimentação para vocês passarem para ela, com alimentos ricos em carboidratos, assim, Débora vai estar melhor de saúde para sua prova</b> (aqui o grupo apresenta uma tabela de alimentos ricos em carboidratos e indicações de quais comer e o momento de consumo).</p>
<p><b>Ge.4:</b> Boa tarde Colegas, ficamos feliz em poder ajudar vocês, bem olhando o exame de Débora, pudemos perceber que <b>ela está com um quadro de glicemia baixa (hipoglicemia)</b>, chegamos a essa conclusão após ver que seu exame apresenta quantidades baixas de glicose, as quantidades de glicose correspondem a 55 mg/dL, quando o normal é de 70-100 mg/dL. Este quadro provavelmente foi <b>causado por uma alimentação que não tem um nível energético ideal</b> [...].</p> <p><b>Estamos enviando como anexo deste e-mail, um cardápio com grande quantidade de carboidratos, que provavelmente fara com que Débora fique melhor e possa participar de sua prova de atletismo</b> (aqui o grupo apresentou um quadro com o cardápio proposto).</p>

Fonte: Autores.

Por último, classificou-se o Ge.2 na categoria NAO em razão de não cumprir com todos os critérios dentro do texto que apresenta a solução, já que embora decifrem os resultados do exame de sangue, não os articulam com os sintomas apresentados por Débora, nem com sua alimentação. Além disso, a alternativa

proposta pelo grupo não é completa, pois não adiciona alguma informação que a complemente e manifeste os conhecimentos obtidos no decorrer da oficina, como descrever quais são os alimentos que possam auxiliar a Débora em ter uma saúde melhor, como foi destacado pelos demais grupos (Quadro 34).

Quadro 34 – Solução do caso fornecida pelo Ge.2.

Bom dia professora, esperamos que esteja bem...  
Aparentemente **sua aluna Débora tem hipoglicemia**, pois o nível de glicose no sangue dela está abaixo do normal, que é entre 70 mg/dL e 100 mg/dL.  
**Aconselhamos para poder ser revertida a hipoglicemia a ingestão de glicose com porções de alimentos ricos em carboidratos.**

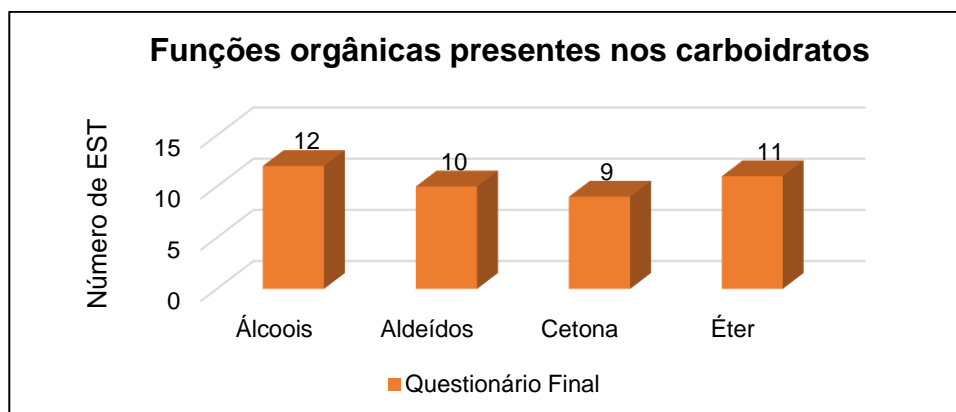
Fonte: Autores.

#### 5.2.2.3. *Indícios de aprendizagem significativa sobre carboidratos*

Para reconhecer indícios de aprendizagem significativa nos EST, sobre os diferentes conhecimentos de química abordados na oficina temática “*Carboidratos*”, analisou-se o questionário inicial e final para contrapor as respostas dos EST, que deixaram em evidência suas ideias prévias e sua construção do conhecimento. Para isso, avaliou-se os itens: identificação das funções orgânicas presentes nos carboidratos, concepções sobre o que são os carboidratos, classificação dos carboidratos, identificação da presença dos carboidratos em alimentos e reconhecimento de suas funções biológicas.

Na identificação das funções orgânicas presentes nos carboidratos, os EST no questionário inicial não responderam a questão, expressando o desconhecimento do tema, razão pela qual, elaborou-se e aplicou-se um organizador prévio referente a este conteúdo antes do desenvolvimento da oficina. Após aplicou-se o questionário final (Figura 122).

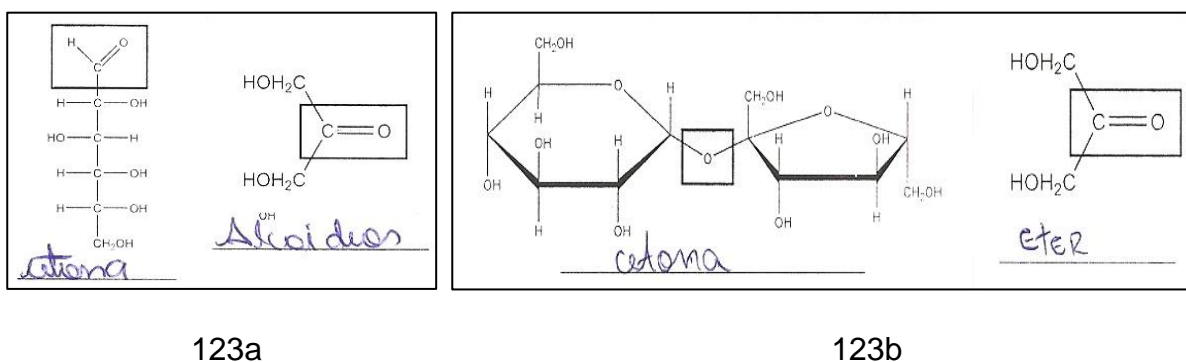
Figura 122 – Funções orgânicas identificadas pelos estudantes nos carboidratos.



Fonte: Autores.

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os EST identificaram as funções orgânicas presentes nos carboidratos a partir de sua estrutura química, principalmente a função orgânica álcool que foi identificado por todos da turma. Na identificação das outras funções orgânicas foram encontradas algumas dificuldades pelos EST 2, 10 e 11, como: diferenciar a função orgânica aldeído da cetona (EST10 e EST11) (123a) e diferenciar a função orgânica éter de cetona (EST2) (123b).

Figura 123 - Dificuldades dos estudantes na identificação dos grupos funcionais.



Fonte: Autores.

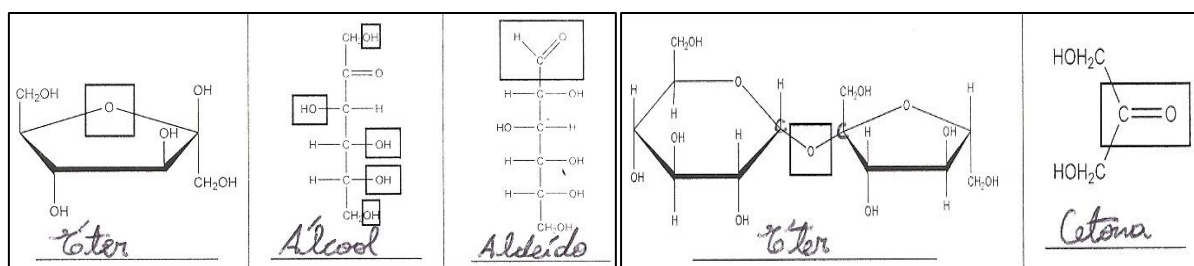
Os resultados apresentados foram similares aos encontrados em outras pesquisas, como descrito por Pazinato e Braibante (2014a, p. 6), que mencionam que uma “dificuldade detectada foi a caracterização das funções orgânicas que



apresentam o grupo carbonila, na qual muitos alunos confundiram aldeído com cetona. Entretanto, a grande maioria conseguiu identificar a função orgânica álcool”.

Pode-se afirmar que a aprendizagem significativa do tema ocorre quando o EST reconhece as características semelhantes e diferentes nas funções orgânicas para poder identificá-las e dar-lhes um sentido na construção do conhecimento químico. Assim, considera-se que 9 EST participantes da pesquisa apresentam indícios de aprendizagem significativa, já que reconheceram características próprias de cada função orgânica, que permitiram identifica-las e nomeá-las de forma correta. Um exemplo é apresentado na Figura 124.

Figura 124 - Exemplo da identificação das funções orgânicas feita pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Outro item a ser analisado são as concepções sobre o que são os carboidratos, classificando as respostas nas categorias *emergentes* (Figura 125).

Esta questão no questionário inicial, foi apenas respondida por 50% dos participantes, identificando em suas respostas que os EST apresentam concepções heterogêneas. Entre elas, ressalta-se o açúcar mencionado por 2 EST, visto que, os carboidratos são também chamados de sacarídeos, palavra do grego *sakcharon*, que significa açúcar (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2004), mostrando com esta resposta conhecimento prévio do tema. Assim como, o EST que mencionou que os carboidratos são nutrientes e os 2 EST que responderam alimentos, pois, os exemplos que complementavam suas respostas, correspondiam a alimentos ricos em carboidratos, como:

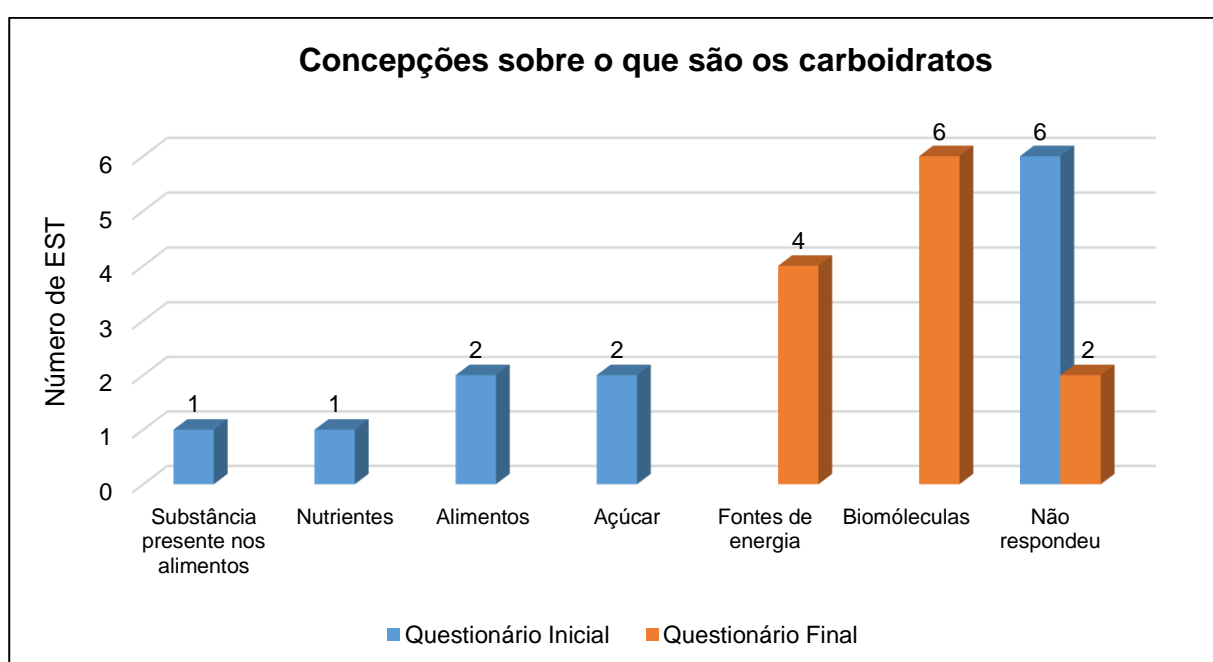
EST4: “Alimentos como arroz e pão”

EST9: “Os alimentos, por exemplo: a massa, o arroz, o pão, etc.”

Por outro lado, 1 EST mencionou que os carboidratos são substâncias presentes nos alimentos, embora não seja uma resposta errada, pode suscitar

diferentes interpretações do conceito “*substância*”, o qual segundo Silva e Amaral (2016), é considerado um dos mais importantes da química, pois permite a compreensão de muitos fenômenos. Este conceito é utilizado pelos estudantes como sinônimo de coisa, material e elemento, ou confundido com substância pura gerando alguns obstáculos epistemológicos. Além disso, o EST não forneceu exemplos que especificassem os carboidratos.

Figura 125 - Concepções dos estudantes sobre o que são os carboidratos.



Fonte: Autores.

No questionário final, a questão foi contestada por 10 EST, com participação de 4 EST a mais em relação ao questionário inicial (os EST6 e 10 não responderam à questão), fornecendo respostas que dão indícios de aprendizagem significativa, como: 6 EST responderam que os carboidratos são biomoléculas, argumentado como descrito a seguir:

EST7: “São biomoléculas que possuem em sua estrutura: álcool, cetona ou aldeído e podem ser classificadas em monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos”.

EST8: “São biomoléculas que tem dentro de sua estrutura: álcoois, cetonas ou aldeídos. Em sua forma cíclica tem presente a função éter”.

EST12: “Os carboidratos são biomoléculas formadas por cetonas, aldeídos e álcoois, mas sua forma cíclica tem o éter”.

Os outros 4 EST mencionaram que os carboidratos são fontes de energia, suas respostas foram transcritas abaixo.

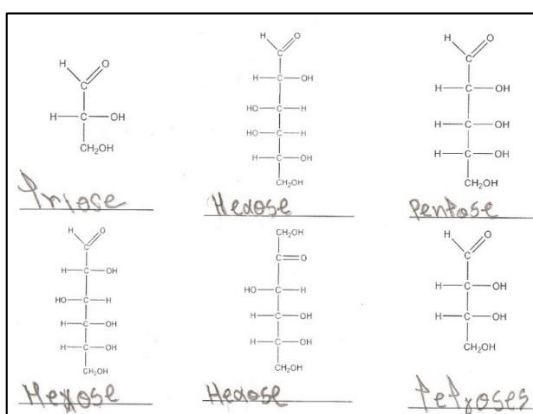
EST1: “Os carboidratos são a principal fonte de energia”.

EST9: “São os que fornecem energia para o nosso organismo por meio dos alimentos como as frutas”.

A respeito da classificação dos carboidratos, questionou-se aos EST no questionário inicial sobre a classificação dos monossacarídeos de acordo com o número de átomos de carbono. Para isso, as estruturas químicas foram disponibilizadas e se indicou que os monossacarídeos são os carboidratos mais simples e que de acordo com o número de átomos de carbono, podem ser: trioses, tetroses, pentoses e hexoses.

O resultado foi que os 12 EST responderam de forma certa o questionamento, pois, possuíam conhecimentos prévios de prefixos usados na nomenclatura orgânica, o que facilitou atribuir um nome para cada estrutura contando o número de carbonos que esta possuía, como se apresenta na Figura 126.

Figura 126 – Classificação dos monossacarídeos de acordo ao número de átomos de carbono proposta pelos estudantes.

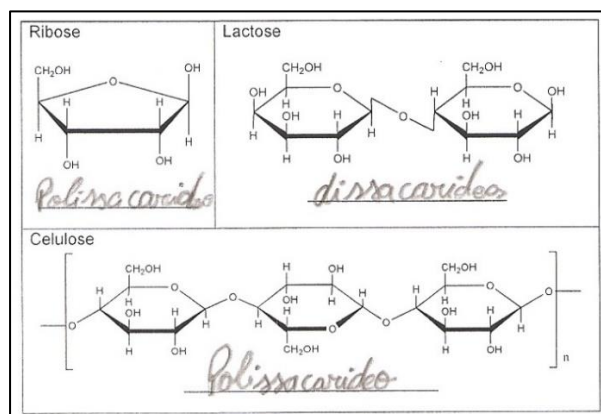


Fonte: Autores.

Por esta razão, a questão do questionário final foi substituída pela classificação dos carboidratos de acordo com o número de moléculas em sua constituição, como: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. Obteve-se como resultado que 11

EST acertaram a questão e apenas o EST10 errou, pois classificou os carboidratos de forma incorreta, mostrando confusão no tema e indícios de uma aprendizagem mecânica ou automática, já que não estabeleceu algum tipo de relação entre o nome e a estrutura química (Figura 127).

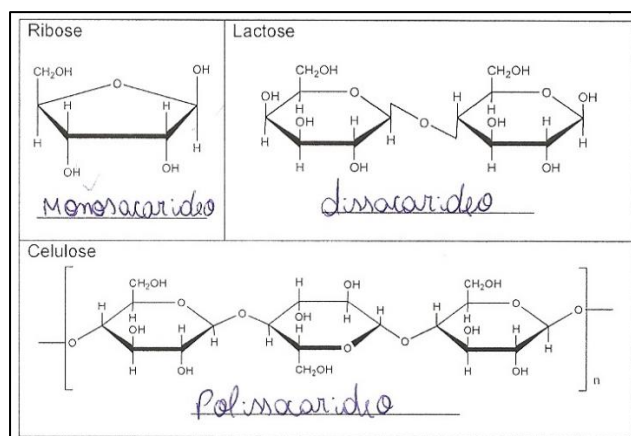
Figura 127 - Classificação incorreta dos carboidratos proposta pelo EST11.



Fonte: Autores.

Porém, os 11 EST que responderam de forma correta, pelo contrário, manifestam indícios de aprendizagem significativa ao estabelecer relações entre os nomes e as estruturas apresentadas (Figura 128), contemplando características de clareza, inclusividade, estabilidade, generalidade e discriminabilidade, que conforme com Rissoli (2007) são fatores relevante para a aprendizagem significativa.

Figura 128 - Classificação correta dos carboidratos proposta pelos estudantes.

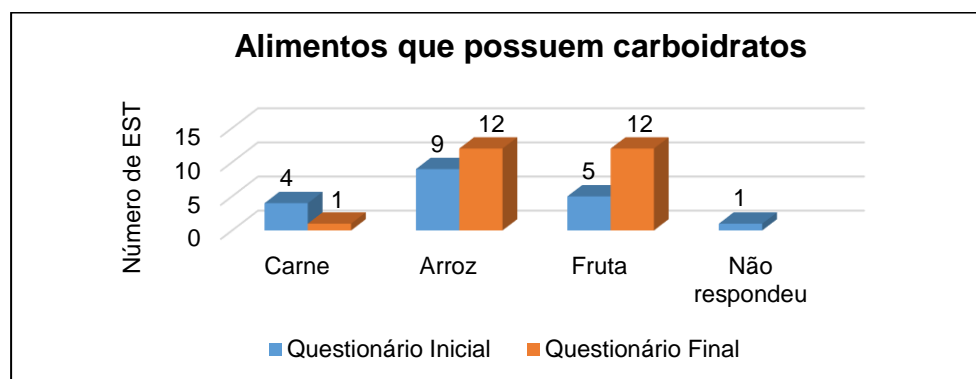


Fonte: Autores.

Também, avaliou-se se os EST identificaram a presença de carboidratos nos alimentos (Figura 129), considerando que na oficina os EST construíram um conhecimento de forma teórica, prática e contextualizada. Para isso, foram fornecidas três imagens (arroz, carne e frutas), para que assinalassem os alimentos ricos em carboidratos.

Os resultados do questionário inicial foram que dos 12 EST somente 9 EST reconhecem a presença de carboidratos no arroz e 5 EST nas frutas. No entanto, 4 EST assinalaram a presença de carboidratos na carne, que embora possua carboidratos é somente 1% de sua composição química, segundo Dergal (2006), uma quantidade muito pequena em relação a outros alimentos. 1 EST não respondeu à questão.

Figura 129 – Alimentos ricos em carboidratos identificados pelos estudantes.



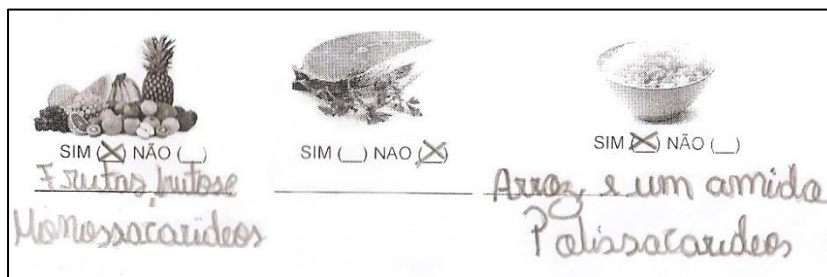
Fonte: Autores.

No questionário final, todos os estudantes responderam à questão, assinalando de forma correta os alimentos que são ricos em carboidratos. Além disso, mencionaram qual o carboidrato presente em sua composição, demonstrando o conhecimento do tema e aprendizagem do mesmo, um exemplo é a resposta do EST5, apresentado na Figura 130.

Observou-se algumas dificuldades, o EST8 assinalou a carne como alimento rico em carboidratos, argumentando que possui em sua composição “*amido*” (Figura 131). Considera-se que esta resposta pode ser resultado de uma aprendizagem significativa errada, construída na intervenção correspondente à atividade experimental que tinha como objetivo a verificação de carboidratos (amido) em alimentos com Lugol. Nesta, apresentou-se como uma das amostras a mortadela, a

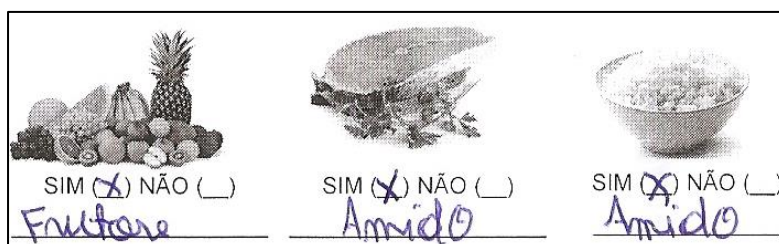
qual deu positivo no teste verificando a presença de amido no embutido feito de carne, o que pode ter gerado algumas confusões no EST.

Figura 130 – Alimentos ricos em carboidratos identificados pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Figura 131 – Dificuldade do EST8 na identificação de alimentos ricos em carboidratos.



Fonte: Autores.

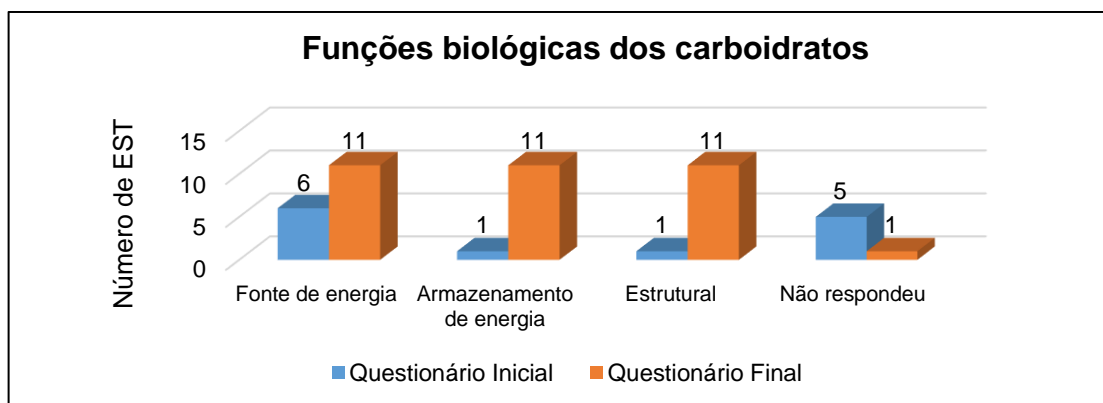
Finalmente, outro item analisado para identificar indícios de aprendizagem significativa correspondente aos carboidratos, são as funções biológicas. Por isso, questionou-se aos EST sobre essas funções. Os resultados obtidos (Figura 132), no questionário inicial demonstraram que 6 EST possuíam conhecimentos prévios sobre a função biológica “*fonte de energia*”, o que se evidenciou também no 1MP, visto que a justificativa da resposta dos EST é que na “*mensagem invisível*” já estava incluída a palavra “*energia*”.

Além disso, o EST3 demonstrou mais conhecimento sobre o tema ao fornecer duas respostas a mais que os demais, como: armazenamento de energia e estrutural. No entanto, 5 EST não responderam à questão.

Contudo, no questionário final evidenciou-se uma evolução significativa dos EST a respeito do tema, pois, nomearam as funções biológicas dos carboidratos de forma correta, revelando assim, indícios de aprendizagem significativa e uma

construção dos conhecimentos químicos. Também, evidenciou-se que o EST9 não fez parte desta evolução, já que não respondeu aos questionários inicial e final.

Figura 132 – Funções biológicas dos carboidratos reconhecidas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Conclui-se a partir dos resultados apresentados neste tópico, que no decorrer do processo de ensino dos diferentes conteúdos químicos correspondente aos carboidratos, 11 EST participantes do projeto construíram de forma significativa seu conhecimento e fortaleceram diferentes habilidades do domínio cognitivo. Por meio das orientações feitas pelos PFI do Gp. 1 e a participação ativa nas diferentes metodologias didáticas utilizadas, fornecendo aos EST a possibilidade de manifestar seus conhecimentos prévios, concepções e ideias durante o desenvolvimento da oficina, além de possibilitar o uso dos conhecimentos aprendidos em diversos contextos. Acredita-se que a oficina temática "*Carboidratos*" favoreceu a aprendizagem significativa dos estudantes a respeito dos conhecimentos de Bioquímica. Embora, um aluno (EST10) ainda tenha permanecido na aprendizagem mecânica, observada pelas suas respostas.

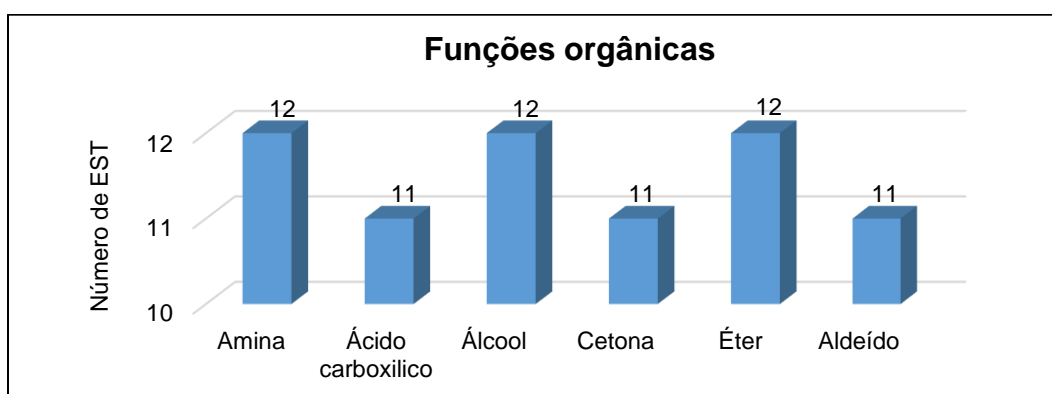
### 5.2.3. 3ª Etapa: Oficina temática “*Proteínas*”

#### 5.2.3.1. Organização dos conhecimentos prévios

Após a identificação de *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva dos EST sobre o novo conhecimento “*proteínas*” pela aplicação do questionário inicial (analisado dentro do tópico “*Indícios de aprendizagem significativa sobre proteínas*”), elaborou-se um organizador prévio comparativo, pois os EST já possuíam conceitos, ideias ou proposições na estrutura cognitiva que podem auxiliar na integração ou discriminação de novos conhecimentos (AUSUBEL, 1978), como as funções orgânicas vistas na oficina temática “*Carboidratos*”.

O organizador prévio foi avaliado por meio de uma atividade de revisão, na qual os EST deveriam identificar em diferentes estruturas as funções orgânicas ensinadas, embora as principais funções orgânicas presentes nos aminoácidos são o ácido carboxílico e a amina, dentro da atividade foram fornecidas algumas estruturas das funções orgânicas já trabalhadas na oficina temática “*Carboidratos*”, para identificar como se estava construindo o conhecimento do EST (Figura 133).

Figura 133 – Funções orgânicas identificados pelos estudantes.



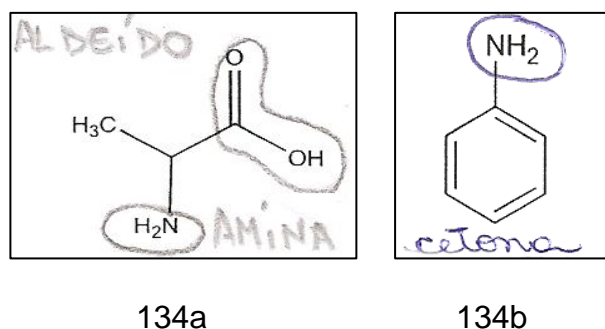
Fonte: Autores.

É possível observar na Figura 133, que os 12 EST participantes da pesquisa identificaram as funções orgânicas amina, álcool e éter de forma correta. Entretanto, percebe-se dificuldades do EST2 em diferenciar a função aldeído do grupo ácido carboxílico (134a), erro comum causado pela presença do grupo carbonila na



estrutura química. Além disso, o EST3 apresentou dificuldades em diferenciar a função orgânica cetona das aminas localizadas em carbonos secundários (**134b**), embora este tenha reconhecido de forma correta a função orgânica cetona e as aminas localizadas nos carbonos terminais.

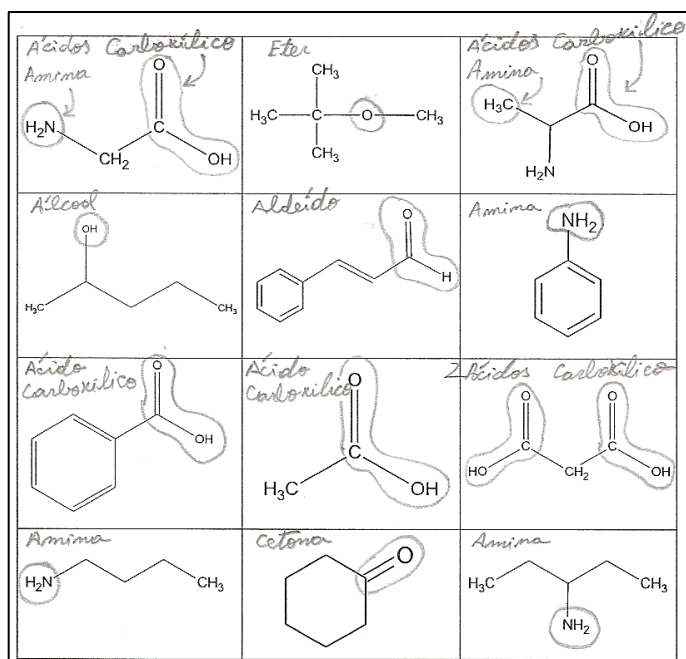
Figura 134 – Dificuldades identificadas na aprendizagem dos estudantes.



Fonte: Autores.

Os demais EST identificaram de forma correta todas as funções orgânicas apresentadas nas diferentes estruturas químicas (Figura 135).

Figura 135 – Funções orgânicas identificadas de forma correta pelos estudantes na organização dos conhecimentos prévios.



Fonte: Autores.

Sendo assim, confirmada a presença dos pré-requisitos na estrutura cognitiva dos EST, que serviriam de “*pontes cognitivas*” para aprender o novo material apresentado de forma significativa.

#### 5.2.3.2. *Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas*

Neste tópico, analisou-se a construção do conhecimento químico relacionado ao tema proteína, por meio dos resultados obtidos durante a aplicação dos momentos pedagógicos que organizaram esta oficina temática dentro da SD. Além de analisar o favorecimento da aprendizagem significativa e o fortalecimento das habilidades cognitivas segundo a Taxonomia de Bloom revisada, conforme descrito a seguir.

##### 5.2.3.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.

Para o 1MP desta oficina, aplicou-se a atividade “*Leia e aprenda*”, utilizando o artigo intitulado “*A importância das proteínas na dieta*” (MAIS EQUILÍBRIO, 2009) e alguns questionários elaborados pelo Gp. 2 dos PFI. Os questionamentos e as respostas de alguns EST, são:

1. O que você entende por proteínas?

EST4: “*Molécula construída por aminoácidos*”.

EST6: “*Constituem a maior parte do nosso organismo*”.

EST12: “*São moléculas fundamentais na construção e reparação de tecidos*”.

2. O que você entende por aminoácidos?

EST1: “*O conjunto de aminoácidos é o que constituem as proteínas*”.

EST5: “*São bases nitrogenadas*”.

EST10: “*São as moléculas que constituem as proteínas*”

3. O que você entende por aminoácidos essenciais e não essenciais?

EST2: “*Os aminoácidos essenciais contribuem consideravelmente para o aumento da resistência física*”.

EST7: “*Os aminoácidos essenciais são fornecidos por alimentos e os não essenciais são produzidos no nosso organismo*”.

EST11: “Os essenciais não são sintetizados pelo nosso organismo, os não essenciais são aqueles que são produzidos no nosso organismo”.

4. Que alimentos você incluiria para que sua dieta seja rica em proteínas? Por quê?

EST3: “Soja, feijão e peixe, porque tem proteínas”.

EST8: “ovo, tem aminoácidos”.

EST9: “Carne, pois nosso corpo não produz esta proteína”.

Destaca-se que apesar dos EST terem como auxílio para o desenvolvimento da atividade o artigo fornecido, alguns expuseram algumas concepções alternativas, como o EST5 que menciona que os aminoácidos são “bases nitrogenadas”.

Por outro lado, 9 EST reconheceram alguns alimentos que possuem proteínas, e 3 EST não responderam esta questão a qual precisava de ideias prévias, portanto não possuía conhecimento prévios necessários. É por isso, que no 2MP aplicou-se diferentes atividades de ensino para construir o conhecimento sobre o tema proteínas, esclarecendo algumas concepções alternativas que podem ser obstáculos para a aprendizagem do EST e corrigir algumas dificuldades.

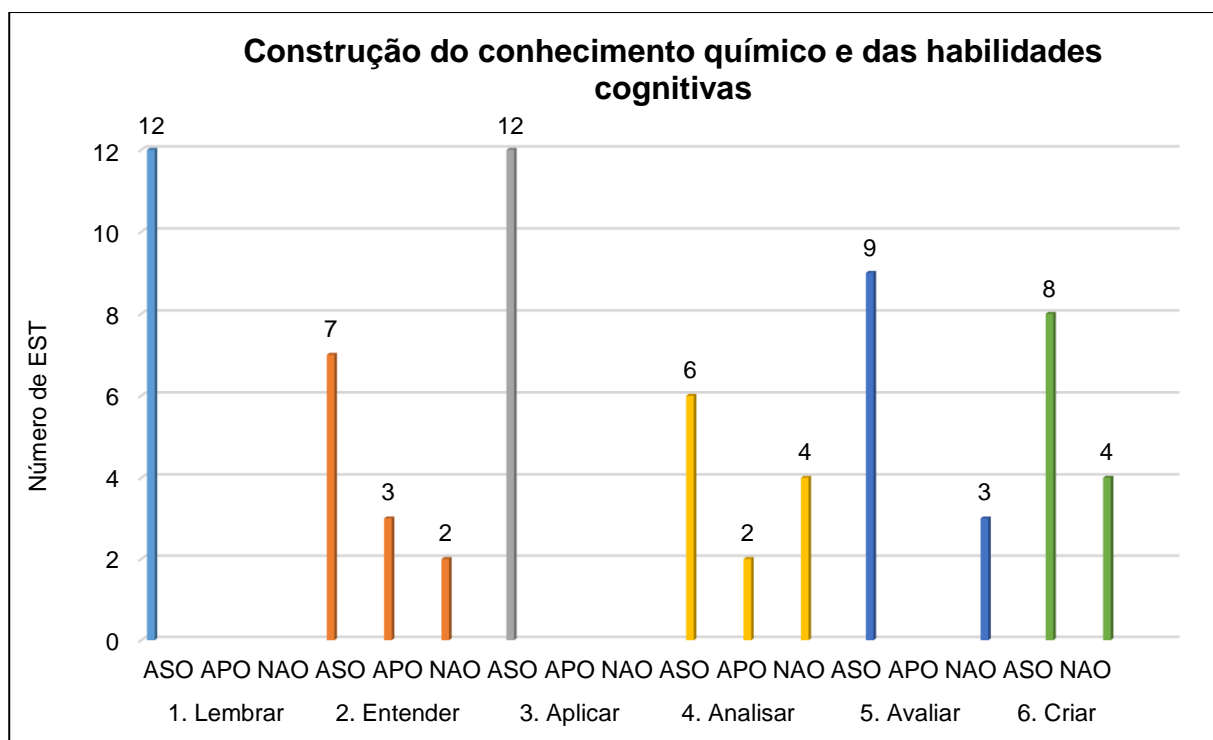
#### 5.2.3.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.

No 2MP, abordou-se os conteúdos químicos correspondentes ao tema proteínas, desenvolvendo diferentes atividades didáticas com orientação fornecida pelo Gp.2 e a pesquisadora. Os resultados das atividades aplicadas foram avaliados segundo os objetivos de aprendizagem construídos pelo grupo de PFI responsável desta oficina temática para cada nível e categoria, a serem alcançados pelos EST. Utilizando para sua análise as categorias estabelecidas *a priori*:

- Alcançou satisfatoriamente o objetivo de aprendizagem (ASO).
- Alcançou parcialmente o objetivo de aprendizagem (APO).
- Não alcançou o objetivo de aprendizagem (NAO).

Assim, os critérios para determinar se o EST alcançou satisfatoriamente, parcialmente ou não alcançou o objetivo de aprendizagem, serão discutidos dentro de cada nível e categoria. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 136.

Figura 136 – Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas dos estudantes.



Fonte: Autores.

A categoria *Lembrar* (nível 1), foi avaliada por meio do objetivo **definir o que são aminoácidos, peptídeo e proteínas utilizando como recurso um vídeo sobre proteínas**. Após o filme, os EST foram questionados sobre a definição do conteúdo químico proteína e aminoácido.

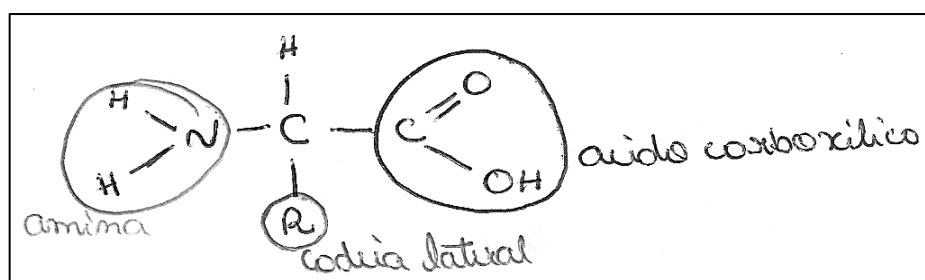
Para isso, considerou-se na categoria ASO, o EST que lembrava de forma correta as definições solicitadas. Conforme Figura 136, os 12 EST alcançaram o objetivo de aprendizagem, já que suas respostas manifestam a construção do conhecimento e o favorecimento da aprendizagem (Quadro 35), embora esta aprendizagem no primeiro nível seja considerada como mecânica, visto que a habilidade favorecida é lembrar uma determinada informação considerada como relevante (ANDERSON, et al., 2001). Além disso, os EST apresentaram o desenho da estrutura geral de um aminoácido, assinalando as funções orgânicas presentes (Figura 137) e explicaram a ligação peptídica na forma de desenho (Figura 138) ou de forma escrita, como foi o caso do EST1 que citou: “A *ligação peptídica*, são *ligações entre o grupo NH<sub>2</sub> e o grupo COOH de outro aminoácido, além forma H<sub>2</sub>O*”.

Quadro 35 – Exemplo das definições fornecidas pelos estudantes no nível 1.

<p><b>PROTEÍNA:</b>  EST1: "São biomoléculas formadas por aminoácidos, encontradas nos alimentos e sintetizadas na célula".  EST3: "É uma macromolécula composta por uma ou mais cadeias polipeptídicas, cada uma formada por aminoácidos".  EST9: "São macromoléculas biológicas constituídas por uma ou mais cadeias de aminoácidos".</p>
<p><b>AMINOÁCIDO:</b>  EST4: "É o monômero das proteínas".  EST5: "Formam as proteínas por meio de ligações peptídicas".  EST6: "Monômero das proteínas, formado por uma amina, um ácido carboxílico, um hidrogênio e um grupo R".</p>
<p><b>PEPTÍDEO:</b>  EST2: "A ligação entre dois ou mais aminoácidos".  EST8: "Compostos formados por ligações peptídicas entre o grupo NH<sub>2</sub> de um aminoácido e o grupo COOH de outro aminoácido".  EST11: "Composto formado por dois ou mais aminoácidos por ligações peptídicas".</p>

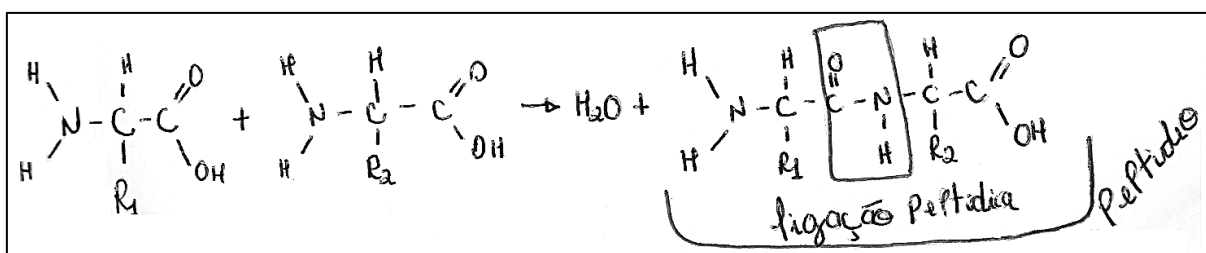
Fonte: Autores.

Figura 137 – Desenho da estrutura geral dos aminoácidos.



Fonte: Autores.

Figura 138 – Explicação fornecida pelos estudantes da formação da ligação peptídica.



Fonte: Autores.

Para a categoria *Entender* (nível 2), avaliou-se se o EST alcançou o objetivo de aprendizagem correspondente ao tema de ensino funções biológicas das proteínas: **exemplificar as funções biológicas das proteínas por meio da interpretação de imagens e a elaboração de desenhos**. Para isso, verificou-se se o EST alcançou de forma satisfatória, parcialmente ou não alcançou o objetivo, os critérios para sua classificação foram:

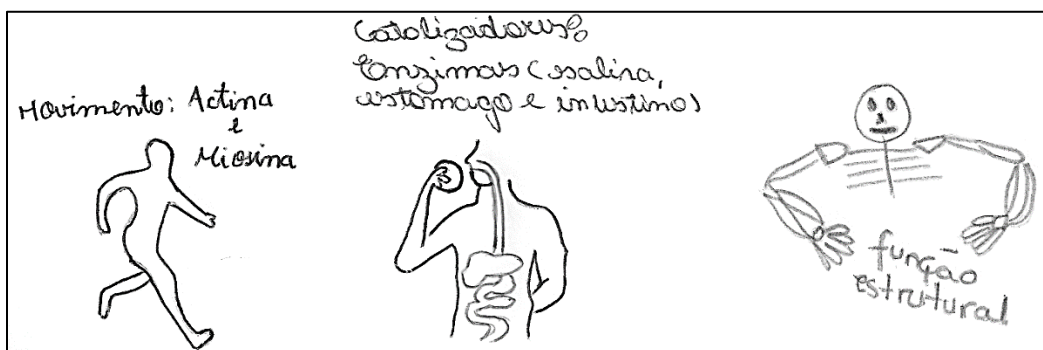
- ASO: Exemplificar por meio de um desenho uma função biológica das proteínas. Além de interpretar diferentes imagens fornecidas e assinalar as que exemplificam as funções biológicas, justificando sua escolha.

- APO: Exemplificar por meio de um desenho uma função biológica das proteínas. Além disso, precisaria interpretar diferentes imagens fornecidas e assinalar as que exemplificam as funções biológicas, mas não justifica sua escolha.

- NAO: Não elabora o desenho que exemplifica uma função biológica das proteínas, bem como não interpreta as diferentes imagens fornecidas e não justifica sua escolha.

Conforme Figura 136, 7 EST foram classificados em ASO, pois elaboraram um desenho que exemplifica alguma função biológica das proteínas, tais como: contração muscular (miosina e actina), estrutural e catalizadora (Figura 139).

Figura 139 - Desenhos dos EST que exemplificam as funções biológicas das proteínas.



Fonte: Autores.

Além disso, exemplificaram com imagens fornecidas (Apêndice E, p. 317), algumas funções biológicas dos carboidratos, estabelecendo uma conexão entre o

novo e o conhecimento previamente adquirido (ANDERSON, et al., 2001). Alguns exemplos e suas justificativas são apresentados no Quadro 36.

Quadro 36 – Exemplos e justificativas fornecidas pelos estudantes sobre as funções biológicas das proteínas.

IMAGEM	JUSTIFICAÇÃO
	<p>EST1: <i>“Tem queratina (estrutural)”</i>.</p> <p>EST8: <i>“O cabelo é uma proteína, pois possui queratina”</i>.</p> <p>EST12: <i>“O cabelo conte queratina e exemplifica a função estrutural”</i>.</p>
	<p>EST1: <i>“A hemoglobina transporta o oxigênio (transporte de substâncias)”</i>.</p> <p>EST8: <i>“O sangue transporta oxigênio”</i>.</p> <p>EST12: <i>“A hemoglobina, exemplifica função de transporte de substâncias”</i>.</p>
	<p>EST1: <i>“Defesa”</i></p> <p>EST8: <i>“Agem como sistema de defesa de substâncias estranhas”</i>.</p> <p>EST12: <i>“Os anticorpos, exemplificam a função de defesa”</i>.</p>
	<p>EST1: <i>“São hormônios (mensageiros celulares)”</i>.</p> <p>EST8: <i>“A insulina é um hormônio que ajuda as pessoas com diabetes”</i>.</p> <p>EST12: <i>“Hormônios como insulina, exemplifica função de mensageiros celulares”</i>.</p>

Fonte: Autores.

Por outro lado, 3 EST foram classificados em APO, pois embora tenham exemplificado por meio de um desenho uma função biológica das proteínas e assinalado de forma correta as imagens que exemplificam as funções biológicas apresentadas no Quadro 36, não justificaram sua escolha. Estes EST embora estabeleçam relações entre o novo e os conhecimentos previamente adquiridos,

podem possuir dificuldades em sua aprendizagem, por não conseguirem justificar sua escolha. Em contrapartida 2 EST ficaram na categoria NAO por não desenvolverem a atividade proposta para favorecer sua aprendizagem e fortalecer habilidades.

Como parte da construção do conhecimento referente ao tema proteínas e fortalecer as habilidades cognitivas da categoria *Aplicar* (nível 3), foi desenvolvida a atividade “*Proteínas nos alimentos*”, a fim de **executar uma atividade experimental para verificar a presença de proteínas em alimentos utilizando como reagente Biureto**. Os EST que se enquadraram na categoria ASO, identificaram nas diferentes amostras, as que são ricas em proteínas.

Os 12 EST que executaram a atividade experimental identificaram de forma correta os alimentos que possuem proteínas, tais como, o leite e a clara de ovo (Figura 140). Suas respostas são transcritas a seguir:

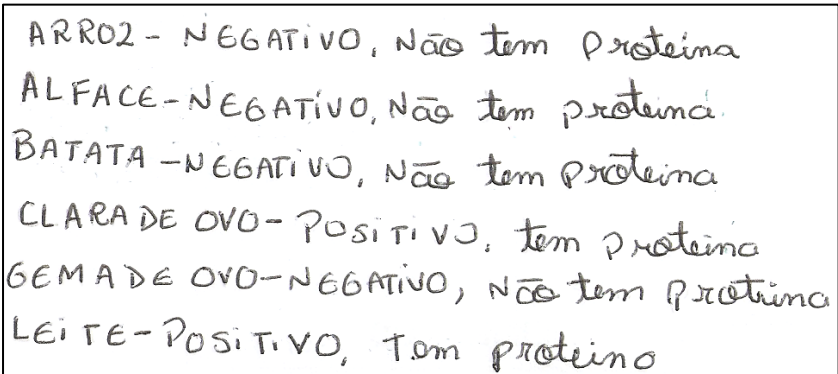
EST3: “*No experimento pode-se observar que ao acrescentar 5 gotas do reagente Biureto as amostras de leite e clara de ovo reagiram, ficando com uma tonalidade lilás/roxa, as demais amostras não alteraram a cor por que são carboidratos*”.

EST7: “*Os alimentos que ficaram roxos possuem proteínas. Porém, o leite e clara de ovo possuem proteínas, eu sabia que o leite e a clara de ovo possuíam proteínas mas pensei que a gema de ovo também possuía*”.

EST9: “*O leite e a clara de ovo reagiram, portanto, tem proteínas*”

EST11: “*Os alimentos que modificaram a sua cor, significa que possuem proteínas, neste caso leite e clara de ovo ficaram roxo, na gema de ovo só apareceu porque estava misturado com clara de ovo*”.

Figura 140 – Resultados obtidos durante a atividade experimental pelos estudantes.



ARROZ - NEGATIVO, NÃO tem proteína  
ALFACE - NEGATIVO, NÃO tem proteína  
BATATA - NEGATIVO, NÃO tem proteína  
CLARA DE OVO - POSITIVO, tem proteína  
GEMA DE OVO - NEGATIVO, NÃO tem proteína  
LEITE - POSITIVO, tem proteína



A categoria *Analisar* (nível 4), foi avaliada nesta oficina temática por meio do objetivo de aprendizagem construído pelos PFI, **comparar as estruturas das proteínas para distinguir semelhanças e diferenças**. Para isso, o EST deve analisar as estruturas das proteínas para responder a informação solicitada e utilizar informações e habilidades cognitivas relevantes, já construídas e reforçadas no decorrer da oficina, que auxiliem na justificativa de sua resposta. Portanto, considerou-se como critérios para avaliar o alcance do objetivo de aprendizagem e da atividade desenvolvida os apresentados a seguir:

- ASO: Comparou as diferentes estruturas das proteínas (I, II, III, IV) para descrever as semelhanças e diferenças, justificando sua resposta com os conhecimentos químicos sobre o tema previamente construído.

- APO: Comparou as estruturas das proteínas para descrever as semelhanças e diferenças, justificando sua resposta com os conhecimentos químicos sobre o tema previamente construído, mas não considerou todas as estruturas dentro da análise feita.

- NAO: Proporcionou uma solução geral e não justificada ou não elaborou a atividade proposta para favorecer sua aprendizagem e fortalecer a habilidade cognitiva correspondente a este nível da Taxonomia de Bloom revisada.

Considerando os critérios mencionados, foram classificados na categoria ASO apenas 6 EST (Figura 136), por apresentarem em suas respostas indícios de aprendizagem significativa sobre o tema a partir de justificativas, tais como:

EST3: “A diferença que apresentam as estruturas são: a estrutura primária é uma sequência de aminoácidos (linear), na secundária sua estrutura pode estar em espiral ou em ziguezague, a terciária apresenta uma estrutura com curvas, sem linearidade em 3D e a quaternária apresenta mais de uma cadeia de aminoácidos também em 3D. A semelhança é que todas são feitas por aminoácidos e ligações peptídicas”.

EST7: “As estruturas têm organizações diferentes, a primária é linear, a secundária pode ter duas formas ziguezague ou elíptica, a terciária é uma estrutura em 3D pois se dobra sobre si mesma, ou seja, não é linear e a quaternária é duas ou mais proteínas. A semelhança é que todas possuem sequências de aminoácidos”.

EST11: “A estrutura primária sua cadeia é linear feita por uma sequência de aminoácidos, na secundária a forma é em espiral ou em ziguezague, a terceira é tridimensional e a quaternária tem duas ou mais proteínas. Mas, todas são formadas por cadeias de aminoácidos”.

Por outro lado, classificou-se 2 EST dentro a categoria APO, em razão de não considerar dentro da análise das estruturas das proteínas algumas delas. Um exemplo é a resposta do EST1: *“A diferença das estruturas é sua forma, a 1ª é linear pois é uma sequência de aminoácidos, a 3ª é tridimensional e a 4ª também é tridimensional mas tem duas ou mais proteínas. Todas são formadas por aminoácidos”*.

Também, classificou-se na categoria NAO 4 EST, 3 EST por apresentar uma solução geral, sem manifestar aprendizagem do tema por meio da justificativa de sua resposta e 1 EST que não respondeu a atividade (EST12 não compareceu à intervenção). Um exemplo é a resposta do EST4: *“A organização de cada estrutura é diferente e todas são formadas por uma cadeia de aminoácidos”*.

Para terminar o 2MP, reforçou-se as habilidades cognitivas referentes à penúltima categoria *Avaliar* (nível 5), para atingir o objetivo de aprendizagem **formular hipóteses sobre o comportamento das proteínas com a mudança do pH e da temperatura constatados de forma experimental**. Para isso, os EST desenvolveram uma atividade experimental de desnaturação das proteínas por mudança do pH e da temperatura antes do estudo do tema. Com os resultados obtidos, os EST deveriam propor hipóteses que explicassem o acontecido, realizando julgamento com subsídio do conhecimento já construído (ANDERSON, et al., 2001).

Para a análise desta categoria, considera-se ASO se o EST formulou hipóteses sobre o comportamento das proteínas com a mudança do pH e da temperatura, APO se apenas formula hipóteses sobre o comportamento de uma variável (pH ou temperatura) e NAO se somente descreveu o observado durante a prática experimental sem formular uma hipóteses para explicar o ocorrido.

Como se observa na Figura 136, os resultados mostram que 9 EST conseguiram se enquadrar na categoria ASO, favorecendo desta maneira sua aprendizagem de forma significativa, construindo um conhecimento mais elaborado por meio das interações entre o novo conhecimento e o previamente adquirido no decorrer da oficina, além de fortalecer habilidades cognitivas mais complexas. Isto se justifica nas hipóteses construídas pelos EST, as quais, embora apresentem termos coloquiais, explicaram o que aconteceu com a proteína, com a utilização de termos, como: *“perdeu”*, *“quebrou”* e *“destruiu”*. Podemos destacar algumas respostas dos EST.

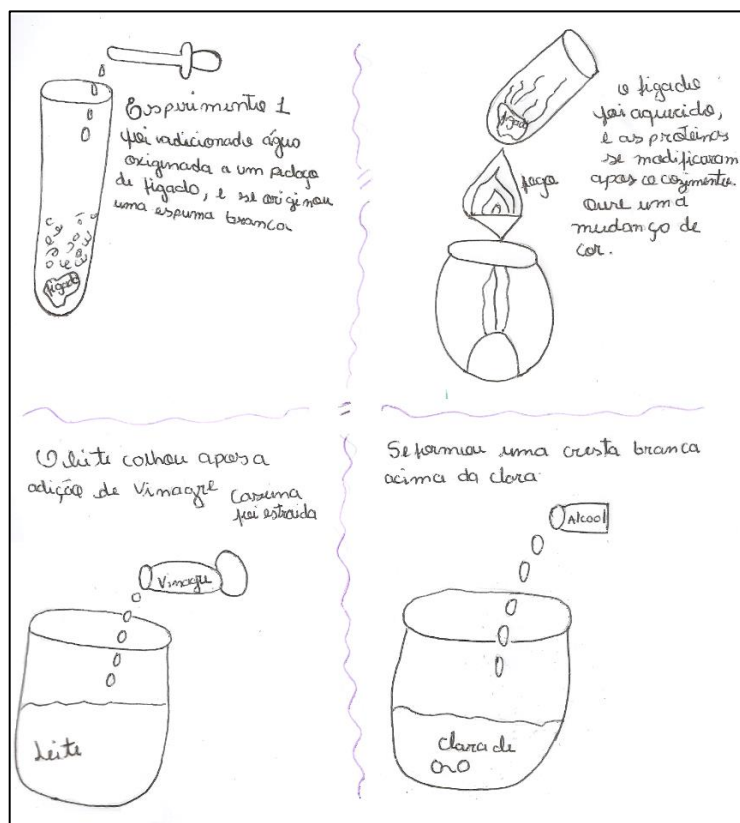
EST4: “Com a mistura do vinagre e leite, o vinagre ficou com partes quebradiças, ou seja, “talhada” e na clara de ovo se formaram crestas, acredito que o leite e a clara **perderam as proteínas** ou estas foram separadas pelo vinagre e o álcool. No fígado, após as gotas de água oxigenada, a reação foi muito rápida e vimos que saiu uma espuma ficando o fígado marrom, já depois de cozinhar o fígado não aconteceu nada, acredito que também **perdeu sua proteína tridimensional** e sua função” (sic).

EST9: “O leite que reagiu com o vinagre talhou e na clara de ovo a reagir com o álcool um líquido amarelo se acumulou no fundo do recipiente e em cima ficaram resíduos brancos, eu acredito que nos dois casos seja a proteína o que a gente viu. O fígado antes de aquecer ferveu pela água oxigenada que libera oxigênio, no fogo as proteínas presentes no fígado cozinham sendo **destruídas**, por isso quando acrescentamos água oxigenada não ferveu” (sic).

EST12: “No experimento n.1 vimos que quando se coloca água oxigenada no bife de fígado cru as enzimas presentes reagem, depois de aquecer a carne as **enzimas foram quebradas** perdendo sua função. Na atividade n. 2 ao colocar álcool na clara de ovo, acho que **a proteína se desprendeu**, pois, conseguimos observar esta de forma separada”.

Alguns desenhos apresentados pelos EST que complementavam suas hipóteses são apresentados a seguir (Figura 141):

Figura 141 – Desenhos dos estudantes sobre a desnaturação das proteínas.



Os outros 3 EST ao contrário dos demais ficaram na categoria NAO, visto que descreveram suas observações durante a atividade experimental, mas não fizeram hipóteses que explicassem o ocorrido com a proteína quando esta foi exposta a mudanças de pH e temperatura.

#### 5.2.3.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

No último momento pedagógico desta oficina temática, avaliou-se a categoria *Criar* (nível 6), utilizando como parâmetro o objetivo de aprendizagem a ser alcançado que é **elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e de resolução de problemas.**

Para isto foram formados 5 grupos de 3 estudantes para a solução do caso “*Problema na África*” (presença de 3 estudantes não avaliados), denominados de Ge.1 a Ge.5. Sendo os grupos constituídos: Ge.1: EST1, EST2, EST8; Ge.2: EST3, EST11; ESTn; Ge.3: EST4, EST5, EST7; Ge.4: EST6, EST9, EST12 e Ge.5: EST10, ESTn, ESTn.

A solução do caso foi analisada considerando se alcançou satisfatoriamente (ASO) ou não foi alcançado o objetivo (NAO). Considerando-se que o grupo compatível com a categoria ASO, ao cumprir com critérios estabelecidos apresentados em forma de texto para o problema descrito no caso, os quais são: menciona qual doença Sidnei tem, justifica a doença utilizando os conhecimentos construídos sobre as proteínas, avalia a alimentação de Sidnei para argumentar sua resposta e propõe alternativas em sua alimentação a fim de solucionar seu problema e melhorar sua saúde.

Por outro lado, considera-se pertencente à categoria NAO, se no texto menciona qual doença Sidnei tem, avalia a alimentação de Sidnei para argumentar sua resposta, propõe alternativas para sua alimentação a fim de solucionar seu problema e melhorar sua saúde, mas, não justifica a doença em termos de proteínas o qual foi o tema desta oficina, não utilizando o conhecimento construído e as habilidades cognitivas para dar um significado a sua aprendizagem.

Também, classificou-se dentro desta categoria (NAO) o grupo que apresentou como solução de caso uma resposta geral, pois, embora mencione a doença de Sidnei

não elabora argumentos que demonstrem que fizeram uma pesquisa e nem o conhecimento construído na oficina.

Os resultados obtidos são exibidos na Figura 136, onde 3 grupos (Ge. 1, 2 e 3) foram classificados na categoria ASO e fortaleceram a habilidade correspondente a este nível. Além de mostrar indícios de aprendizagem significativa e articular conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva na solução do caso, pois embora o Gp.2 não propôs como doença o marasmo, causada pela falta de proteínas na alimentação (decifrada pelo Ge. 1 e 3) apresentaram outras possíveis soluções justificando em termos de proteínas, o que não invalida sua resposta.

Além disso, destaca-se a busca de informação em diferentes fontes pelos grupos, já que a doença apresentada no caso não é do cotidiano nem do contexto deles, o que poderia dificultar sua solução. Os trechos das cartas elaboradas como resposta pelos EST são apresentados no Quadro 37.

Quadro 37 - Trechos das cartas elaboradas como resposta pelos grupos.

(continua)

**Ge.1:** Boa tarde Dr. João Silveira! Estudamos o caso da criança durante o final de semana inteiro e chegamos a uma determinada conclusão, [...].

A criança **apresenta um caso de desnutrição, conhecido como marasmo ou desnutrição seca**, por isso, está com os braços e as pernas fininhas e suas costelas aparecendo.

Esta **doença é causada pela falta de proteínas** na dieta de Sidnei, pois sua dieta é apenas composta por carboidratos, [...]. **Ele precisa comer alimentos que sejam ricos em proteínas, mas também que contenham carboidratos e gordura** para aumentar o peso da criança, como: (aqui o grupo apresenta alguns exemplos de alimentos que Sidney deve consumir). [...].

**Ge.2:** Olá, somos os responsáveis do caso de Sidnei, pesquisamos os sintomas que você descreveu e elaboramos uma breve explicação sobre a doença, [...].

**No leite materno, estão presentes dois tipos de proteínas** (caseína e proteínas do soro) que ajudam a prevenir doenças no futuro da criança, [...]. Podemos analisar após nossa pesquisa que o filho de Mariana, Sidnei, **sofre de anemia**, pelo fato de não ser alimentado com leite materno e não receber as proteínas e vitaminas corretas em sua alimentação [...].

Bom, o leite materno não está presente na alimentação de Sidnei e os alimentos descritos na carta são apenas compostos por carboidratos, por isso, **nós aconselhamos introduzir alimentos ricos em proteínas, carboidratos e principalmente ferro o que auxiliaria a evitar a anemia**, (aqui o grupo apresenta alguns exemplos de alimentos que Sidney deve consumir).

Quadro 37 – Trechos dos e-mails elaborados como resposta pelos grupos.

(conclusão)

**Ge.3:** Olá, João!  
 O ideal seria tomar medida do peso e altura de Sidnei para em seguida comparar com o que seria a altura média e peso para uma criança de 2 anos, assim, poderia confirmar o caso de desnutrição. Mas, **com a informação da carta acreditamos que é marasmo** que é a forma seca de desnutrição proteico-calórica, esta deficiência **se deve a que Sidnei só consome carboidratos [...]** e **nunca tomou leite materno** que segundo nossos estudos são a principal **fonte de proteínas** da criança. **Devemos Orientar Marina de que Sidnei já tem idade para comer alimentos diferenciados e com mais proteínas e carboidratos**, por exemplo (aqui o grupo apresenta alguns exemplos de alimentos que Sidney deve consumir), **também alimentos ricos em ferro e é muito importante que Sidnei beba muita água, [...]**.

Fonte: Autores.

Classificou-se na categoria NAO o Ge. 4, pois, embora mencionem a possível doença de Sidnei, não articulam os conhecimentos construídos na oficina, nem utilizam a informação fornecida no caso para justificar sua resposta. Também, o Ge. 5 foi classificado nesta categoria em razão de apresentar uma solução geral e já mencionada no caso, pois mencionaram apenas que é uma desnutrição. Além disso, não apresentaram evidências da busca de informação como auxílio para solucionar o caso, nem utilizaram o conhecimento construído no decorrer da oficina temática, constatando-se assim, que o grupo não atingiu a habilidade cognitiva correspondente a este nível dentro desta oficina temática (Quadro 38).

Quadro 38 – Solução do caso fornecida pelos grupos classificados na categoria NAO.

**Ge. 4:** Dr. João, o filho de Marina **está sofrendo de anemia**, pois **a dieta dele é extremamente deficiente, não contém zinco, ferro e vitaminas**. Entretanto, a falta de vitaminas em que ele se encontra é um problema ainda maior, na qual ele pode estar sofrendo outras doenças como [...]. **O melhor tratamento para Sidnei é uma internação e a ingestão de vitaminas.**

**Ge. 5:** Oi! A criança **sofre de desnutrição**, pois **sua alimentação não é rica em proteínas**, pois **ele deveria consumir outros alimentos**, embora suas condições não sejam tão favoráveis, é necessário que siga uma dieta para não acabar virando um caso mais grave.

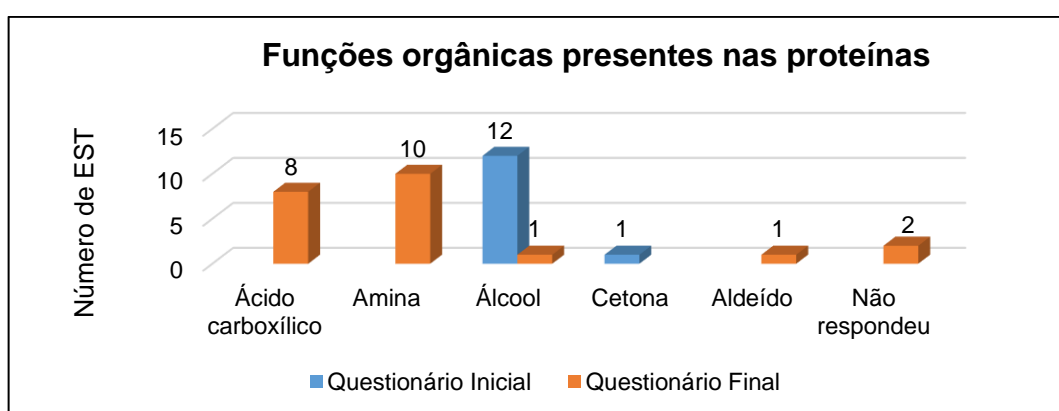
Fonte: Autores.

### 5.2.3.3. Índícios de aprendizagem significativa sobre proteínas

Para reconhecer indícios de aprendizagem significativa nos EST, sobre os conteúdos de química correspondentes à oficina temática “*Proteínas*”, analisou-se o questionário inicial e final para contrapor as respostas dos EST, que deixaram em evidência suas ideias prévias e sua construção do conhecimento. Avaliaram-se os seguintes itens: identificação das funções orgânicas presentes nas proteínas, concepções sobre o que são os aminoácidos e sobre o que são as proteínas, classificação das proteínas, identificação de alimentos que possuem em sua composição proteínas e reconhecimento das funções biológicas.

No caso da identificação das funções orgânicas presentes nas proteínas, os resultados do questionário inicial e final estão apresentados na Figura 142.

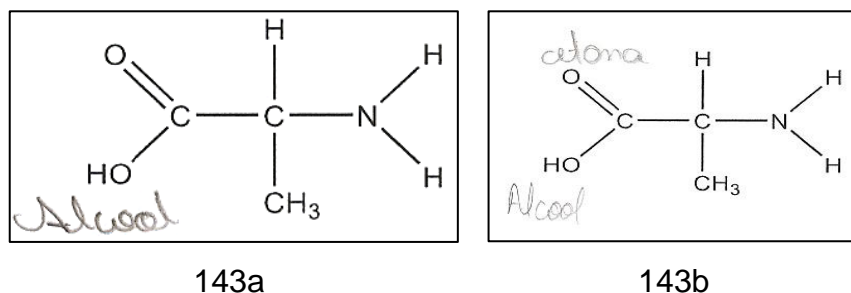
Figura 142 – Respostas dos questionários sobre as funções orgânicas presentes nas proteínas.



Fonte: Autores.

No questionário inicial, 12 EST não reconheceram as funções orgânicas que serviriam de *subsunçores* para o novo conhecimento, tais como: ácidos carboxílicos e aminas, visto que, eles identificaram o grupo hidroxila do ácido carboxílico e caracterizaram como álcool (**143a**). Além disso, outro EST assinalou o grupo carbonila presente nos ácidos carboxílicos como cetona, mostrando sua dificuldade na identificação das funções orgânicas que possuem dentro de sua estrutura o grupo carbonila (**143b**).

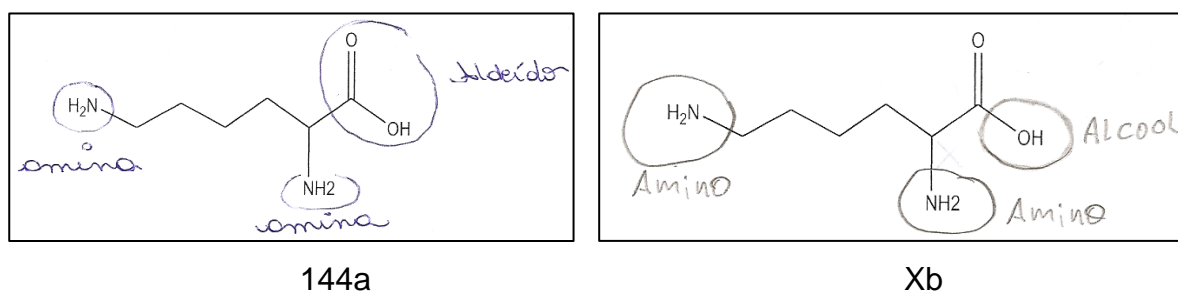
Figura 143 – Funções orgânicas identificadas pelos estudantes no questionário inicial.



Fonte: Autores.

No questionário final, apesar de 2 EST não responderem à questão, 10 EST conseguiram identificar a função orgânica amina de forma correta na estrutura do aminoácido apresentado e 8 EST identificaram a função ácido carboxílico. As dificuldades encontradas pelos demais foram diferenciar a função orgânica ácido carboxílico do aldeído (EST6) (**144a**), bem como, o ácido carboxílico do álcool (EST9) (**144b**).

Figura 144 – Dificuldades dos estudantes na identificação das funções orgânicas presentes nas proteínas.

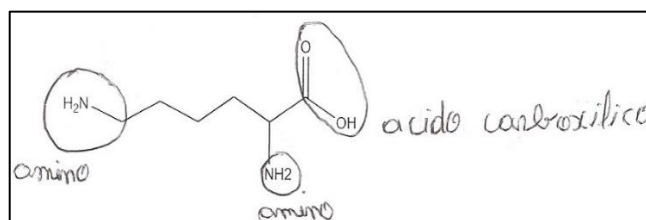


Fonte: Autores.

Os resultados obtidos (Figura 142), demonstram que 8 EST responderam de forma satisfatória o questionamento (Figura 145), apresentando indícios de aprendizagem significativa do tema. 2 EST apresentaram dificuldades na construção de seu conhecimento, por não conseguirem estabelecer diferenças entre os grupos funcionais, principalmente na identificação das funções orgânicas que apresentam o grupo carbonila, dificuldade esta já descrita por Pazinato e Braibante (2014a).



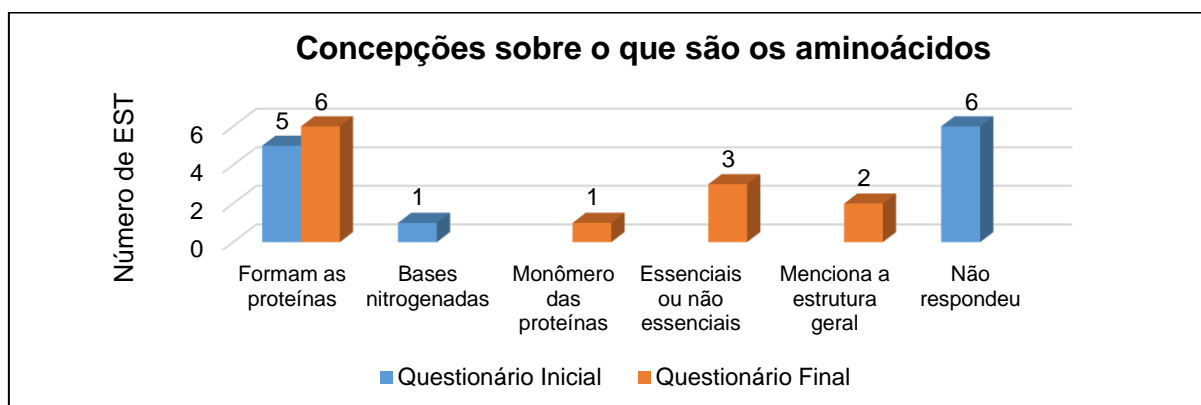
Figura 145 – Identificação satisfatória das funções orgânicas presentes nos carboidratos pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Também analisou-se as concepções dos EST sobre o que são os aminoácidos (Figura 146). É possível observar que 5 EST possuem ideias prévias sobre os aminoácidos ao mencionarem que são os que formam as proteínas, embora utilizem uma linguagem coloquial, reconhecem a relação entre os aminoácidos e as proteínas. Um EST respondeu que os aminoácidos são bases nitrogenadas, possivelmente pela presença do nitrogênio na estrutura dos aminoácidos e 6 EST não responderam à questão.

Figura 146 – Concepções dos estudantes sobre o que são os aminoácidos.



Fonte: Autores.

No questionário final, 6 EST reconheceram a relação entre aminoácidos e as proteínas ao mencionarem que são os que formam as proteínas, embora não nomeiem os aminoácidos como os monômeros, como destacou o EST12. Por outro lado, 3 EST definiram os aminoácidos como essenciais ou não essenciais, sendo esta uma classificação dos aminoácidos e não uma definição. Destaca-se a resposta do

EST7: “Podem ser aminoácidos essenciais, o corpo não produz e é fornecido pelos alimentos. E os não essenciais que são produzidos pelo corpo”.

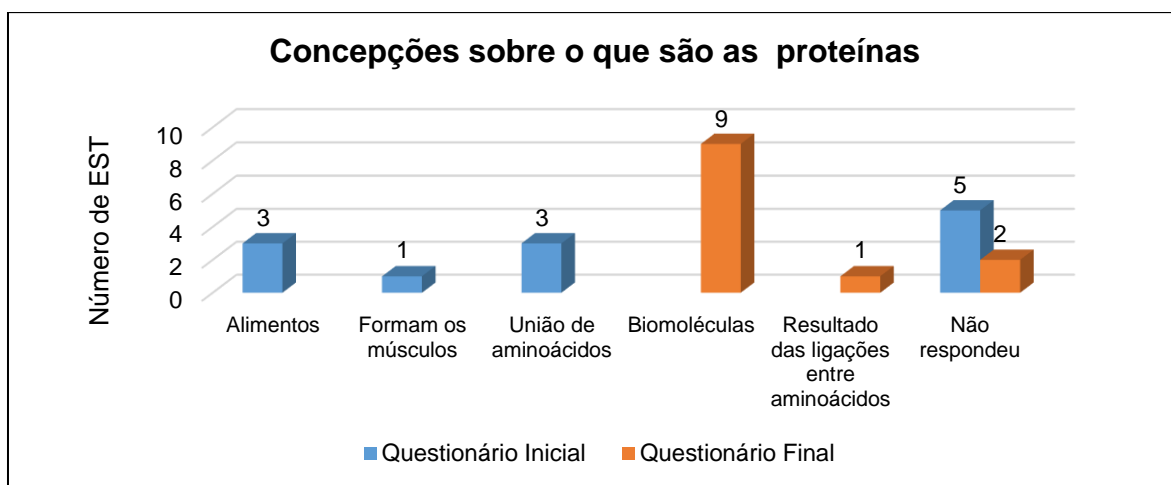
Também, as respostas por meio da estrutura química geral dos aminoácidos foram utilizadas por 2 EST, mencionando que:

EST5: “São estruturas que contém um grupo amino, um grupo ácido carboxílico e uma cadeia lateral (R)”.

Ressalta-se que no questionário final, todos os EST participantes da pesquisa responderam ao questionamento, embora algumas respostas sejam mais elaboradas que outras, todos manifestam haver construído um conhecimento sobre o tema, apresentando indícios de aprendizagem.

A respeito das concepções sobre o que são as proteínas, as respostas foram organizadas em categorias (Figura 147).

Figura 147 – Concepções dos estudantes sobre o que são as proteínas.



Fonte: Autores.

Identificou-se no questionário inicial que apenas 4 EST apresentaram conhecimentos prévios, 3 EST responderam que as proteínas são união de aminoácidos. Observa-se que embora no questionário inicial, os EST relacionaram os aminoácidos com as proteínas para defini-los, só estes 3 EST elaboraram a mesma relação para definir proteínas.

Por outro lado, 1 EST mencionou que as proteínas são as que formam os músculos, isto não define proteínas e sim é uma das funções das proteínas, pois, segundo Berg, Tymoczko e Stryer (2004) as proteínas tem como função a

recuperação e construção do tecido muscular. Desta forma, o EST manifesta ter um *subsunçor* que pode auxiliar a construção do novo conhecimento, ao contrário de 5 EST que não responderam o questionamento.

No questionário final, constatou-se que as concepções dos EST sobre as proteínas apresentam uma tendência em defini-las como biomoléculas. Desta maneira, é importante mencionar que embora a categoria *emergente* tenha sido nomeada como biomoléculas por ser uma unidade de significado presente nas respostas dos EST, as concepções fornecidas apresentavam informação que complementavam a resposta, mostrando indícios de aprendizagem e construção do conhecimento, tais como:

EST2: “São biomoléculas formadas por seus monômeros aminoácidos, por meio de ligações peptídicas”.

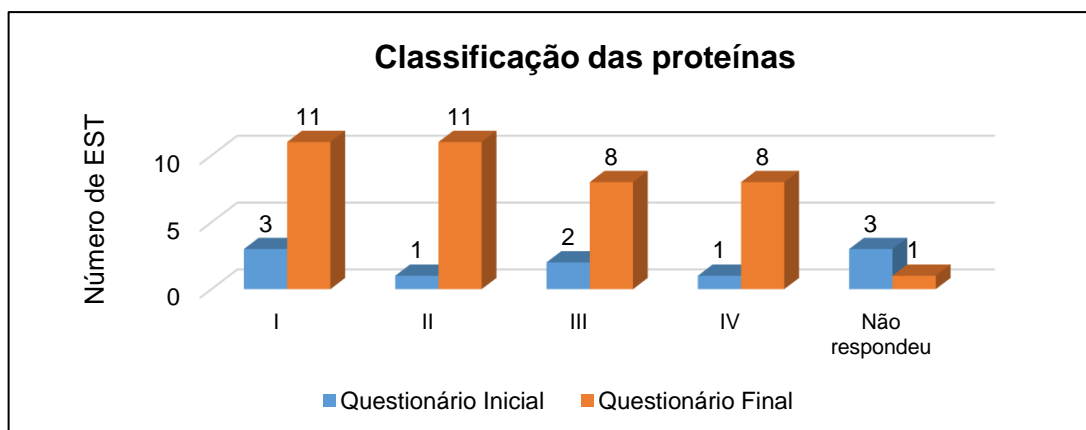
EST10: “Biomolécula composta por aminoácidos, fundamentais para o corpo humano, presentes no sangue, peles, unhas, cabelo, etc...”

EST11: “São biomoléculas formadas por aminoácidos, as proteínas são sintetizadas na célula”.

Também, o EST12 apresentou indícios de aprendizagem significativa ao citar que as proteínas são o “resultado das ligações entre aminoácidos, que acontece por ligações peptídicas”. No entanto, 2 EST (EST3 e EST9) não responderam à questão.

Para a classificação das proteínas de acordo a sua estrutura primária (I), secundária (II), terciária (III) e quaternária (IV), os resultados foram (Figura 148):

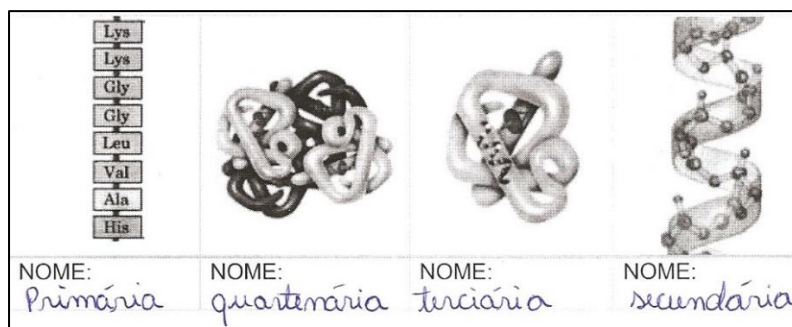
Figura 148 – Classificação das proteínas de acordo a sua estrutura.



No questionário inicial, somente 3 EST não responderam à questão, os demais não classificaram de forma correta todas as estruturas das proteínas, apresentando dificuldades ou erros conceituais.

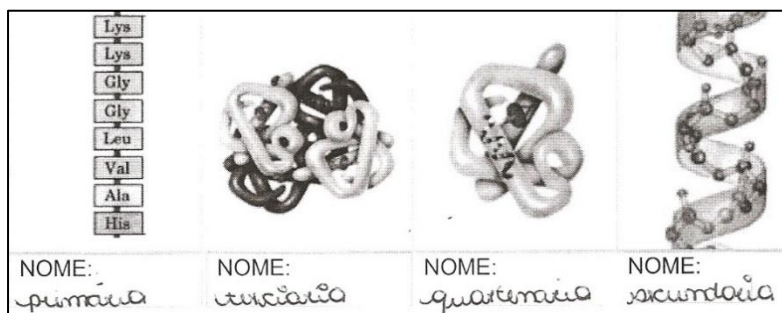
No questionário final confirmou-se indícios de aprendizagem nos 8 EST que responderam de forma correta à questão, classificando as proteínas segundo sua estrutura em I, II, III e IV (Figura 149). Entretanto, 3 EST ainda possuem algumas dificuldades na classificação e 1 EST (EST9) não respondeu o questionamento. A dificuldade encontrada nos 3 EST foi a classificação da estrutura III e IV, visto que, confundem as duas estruturas por serem tridimensionais, não considerando o número de proteínas em cada estrutura (Figura 150).

Figura 149 – Classificação correta das proteínas proporcionada pelos estudantes.



Fonte: Autores.

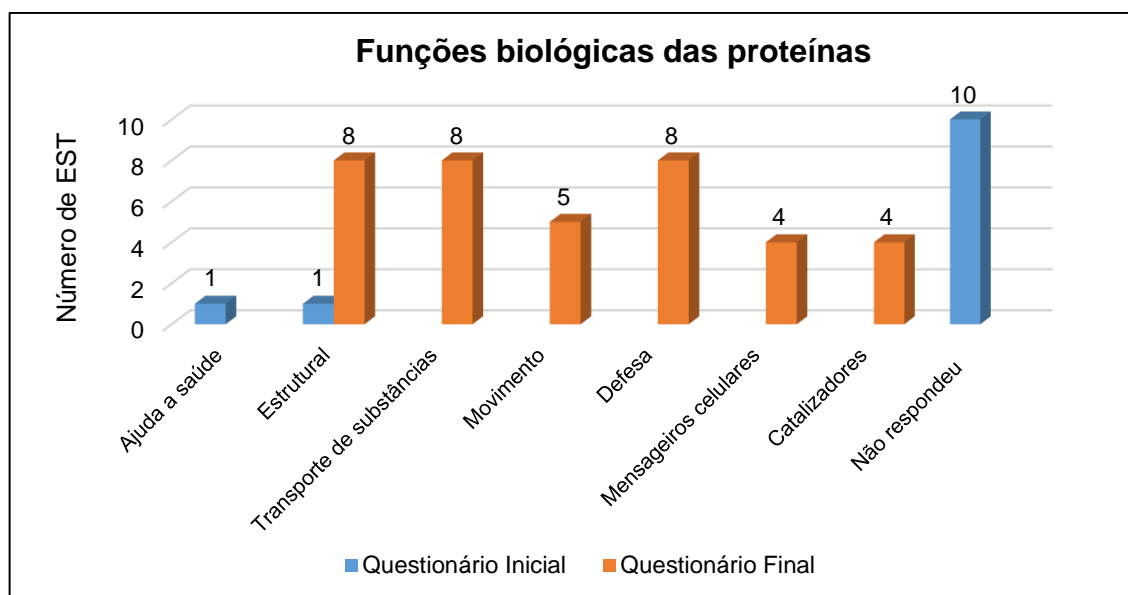
Figura 150 – Dificuldade encontrada nos estudantes na classificação das proteínas.



Fonte: Autores.

Os EST foram questionados sobre o que conheciam das funções biológicas das proteínas (Figura 151).

Figura 151 – Funções biológicas das proteínas identificadas pelos estudantes.



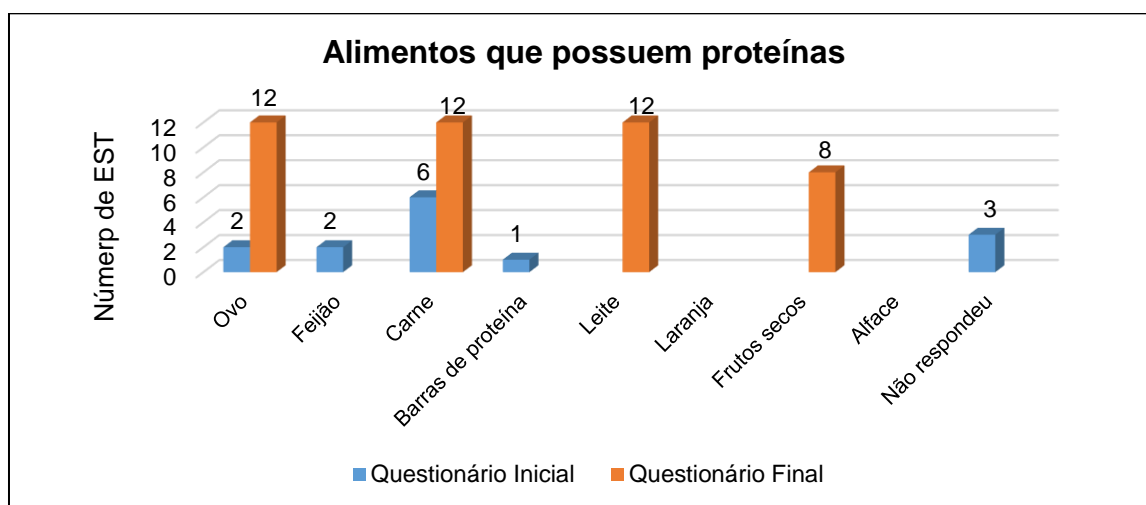
Fonte: Autores.

É possível observar por meio do questionário inicial, que 10 EST desconheciam o assunto, visto que não forneceram uma resposta para que a pesquisadora pudesse identificar erros conceituais ou *subsunções*. Apenas 1 EST respondeu que a função biológica das proteínas era estrutural, manifestando conhecimento prévio, e outro citou que a função é ajudar a saúde, embora as proteínas sejam nutrientes indispensáveis à nossa saúde, é uma resposta ampla, pois, outras biomoléculas também possuem esta função.

Com a aplicação do questionário final, verificou-se que 100% da turma construíram uma aprendizagem significativa a respeito das funções biológicas das proteínas, embora ainda não reconheçam todas as funções. Destaca-se que 8 dos EST reconhecerem algumas funções como: estrutural, defesa e transporte de substâncias, a qual, foi exemplificada pelo EST1: “O transporte de substâncias, como o transporte de oxigênio pela proteína presente no sangue”.

Por último, neste tópico avaliou-se a construção do conhecimento a respeito da identificação de alimentos cuja composição é rica em proteínas (Figura 152).

Figura 152 – Alimentos ricos em proteínas identificados pelos estudantes.



Fonte: Autores.

No questionário inicial, os EST manifestaram seus conhecimentos prévios sobre os alimentos que possuem proteínas. Apenas 3 EST não responderam ao questionamento, os demais embora pudessem nomear mais de uma resposta, mencionaram só um exemplo, destacando-se a carne citada por 6 EST, ovo e feijão por 2 EST. Os resultados obtidos permitem dizer que os EST identificam a presença de proteínas em alimentos tanto de origem animal como vegetal, já que o feijão segundo Donna (2010) é uma boa fonte de proteína, mas é proteína vegetal.

Além disso, 1 EST reconheceu como alimento rico em proteínas, as barras de proteínas que são produtos comerciais, utilizados como suplementos alimentares, elaborados com as proteínas presentes no soro de leite e da soja (TIRONE, 2011).

No questionário final, aplicou-se um questionamento fechado, utilizando alimentos abordados nesta oficina temática e na oficina “carboidratos”, tais como: ovo, carne, leite, laranja, frutos secos e alface. Todos os EST responderam de forma correta, demonstrando que construíram sua aprendizagem durante o desenvolvimento da SD, pois, os EST além de assinalarem os alimentos que consideram ricos em proteínas, mencionaram onde estava presente, por exemplo, na clara do ovo e na “nata” do leite.

Os 12 EST reconheceram a presença de proteína no ovo, na carne e no leite, amostras utilizadas nas atividades experimentais da oficina. Apenas 8 EST reconheceram a presença de proteínas nos frutos secos, alimentos que embora

tenham sido mencionados na forma de exemplo não foram utilizados nas diferentes metodologias de ensino.

Com os resultados apresentados a respeito dos “*indícios de aprendizagem significativa sobre proteínas*”, pode concluir-se que 7 EST participantes da oficina construiriam seu conhecimento sem terem dificuldades durante o processo de ensino – aprendizagem, manifestando uma aprendizagem significativa com suas respostas. No entanto, 5 EST apresentaram dificuldades, não conseguindo uma aprendizagem significativa da bioquímica, especificamente dos conteúdos que pertencem às proteínas. É possível citar algumas dificuldades, tais como: identificação das funções orgânicas, definição e classificação das proteínas de acordo com sua estrutura.

Desses 5 EST, destacamos o EST 9 que mostrou todas as dificuldades mencionadas, pois, em alguns questionamentos respondeu de forma errada ou não respondeu à questão, considerando que o estudante não gerou uma aprendizagem significativa nesta oficina e sim uma aprendizagem mecânica, pois, relacionou seus conhecimentos de forma arbitrária e literal.

Considerando o número de EST que apresentou indícios de aprendizagem, acredita-se que as metodologias de ensino aplicadas na oficina temática “*Proteínas*”, favoreceram de forma significativa a construção dos conhecimentos em química e Bioquímica.

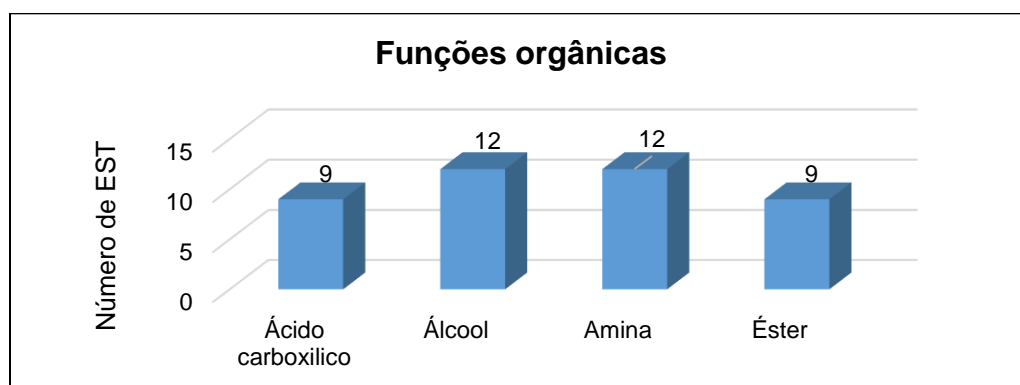
#### **5.2.4. 4ª Etapa: Oficina temática “*Lipídeos*”**

##### *5.2.4.1. Organização dos conhecimentos prévios*

No tópico “*Indícios de aprendizagem significativa sobre lipídeos*”, identificou-se que os EST não possuem em sua estrutura cognitiva o *subsunçor* éster e alguns não possuem conhecimentos sobre a classificação das cadeias carbonadas, *subsunçores* necessários para aprender de forma significativa o novo conhecimento “*Lipídeos*”. Por esta razão, utilizou-se um organizador prévio exploratório de forma contextualizada, que servisse de “*ancoradouro provisório*” para a nova aprendizagem e auxiliasse para o desenvolvimento de conceitos relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente (MOREIRA, 2012).

Após a utilização do organizador, aplicou-se um questionário para reconhecer a construção dos pré-requisitos que auxiliaram no desenvolvimento da oficina e evidenciar se os EST distinguem o conhecimento novo dos conhecimentos previamente construídos, em relação à identificação das funções orgânicas, o resultado obtido está apresentado na Figura 153.

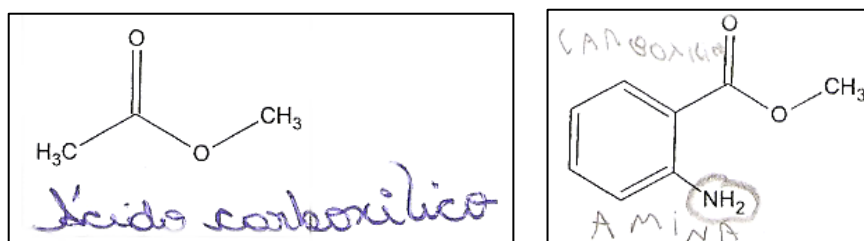
Figura 153 – Funções orgânicas identificadas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Conforme os resultados, verificou-se que o organizador prévio para o conhecimento novo, favoreceu a aprendizagem de 9 EST a respeito da função orgânica éster, pré-requisito para esta oficina, pois, reconheceram de forma correta nas estruturas disponibilizadas, ao contrário de 3 EST que apresentaram dificuldades em sua identificação, já que confundiram a função éster com a função ácido carboxílico (Figura 154).

Figura 154 - Dificuldade dos estudantes na identificação da função orgânica éster.



Fonte: Autores.



No entanto, os EST apresentaram indícios de aprendizagem em relação às funções orgânicas álcool e amina, pois reconheceram estas funções nas diferentes atividades aplicadas.

Em relação à classificação da cadeia carbônica, após apresentação de exemplos e o estudo do tema, questionou-se os EST sobre a classificação da cadeia carbônica do ácido oleico, substância trabalhada como os EST por meio do filme “*O óleo de Lorenzo*” e contextualizada com exemplos de alimentos, tais como: abacate, nozes e óleos vegetais (azeite de oliva). As classificações propostas pelos 12 EST e suas respectivas justificativas são:

- Quanto à disposição dos átomos de carbono na cadeia carbônica: Normal ou não ramificada.

EST3: “*Não há ramificações, ou seja, não tem nenhum substituinte fora da cadeia principal*”.

EST7: “*Não possui ramificações*”.

- Quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono: Insaturada.

EST6: “*Porque há uma dupla ligação entre carbonos*”.

EST10: “*Tem uma dupla ligação*”.

- Quanto à presença de heteroátomos na cadeia carbônica: Cadeia homogênea (sem heteroátomos).

EST1: “*Pois, possui apenas átomos de carbono*”.

EST12: “*É homogênea por que não há átomos diferentes de carbono*”.

EST5: “*Não tem S, N, O, P no meio da cadeia*”.

Pelo acima exposto, acredita-se que o organizador prévio apresentado antes do material de aprendizagem em si, forneceu os pré-requisitos ou “*ideias âncoras*” para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem do novo material ou novo conhecimento. Apesar de detectar dificuldades em alguns estudantes, espera-se que estas sejam corrigidas no decorrer da oficina, por meio das atividades didáticas propostas.

#### 5.2.4.2. *Construção do conhecimento e das habilidades cognitivas*

Na construção do conhecimento químico relacionado ao tema Lipídeos, analisou-se os resultados das atividades de ensino que compõem os momentos

pedagógicos que organizaram esta oficina temática dentro da SD. Além disso, por meio dos resultados obtidos, analisou-se o fortalecimento das habilidades cognitivas da Taxonomia de Bloom revisada e o favorecimento da aprendizagem significativa, conforme descrito a seguir.

#### 5.2.4.2.1. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.

No 1MP, após assistir o filme “*Óleo de Lorenzo*”, os EST responderam algumas perguntas relacionadas com a sua compreensão sobre o filme, para a introdução do novo conhecimento sobre *Lipídeos*, tais como:

1. Que tipo de comida os médicos eliminariam da dieta de Lorenzo?

EST1: “*Creme de amendoim, espinafre, azeite e carne vermelha*”.

2. Segundo os médicos, o que continha nestes alimentos para que houvesse a eliminação total deste nas dietas dos portadores de ALD?

EST2: “*Gorduras de cadeias saturadas*”.

EST4: “*Gorduras*”.

EST11: “*Gorduras que se acumulariam no cérebro, dificultando o desenvolvimento da criança*”.

3. Qual a principal característica do óleo: “*Óleo de Lorenzo*”?

EST9: “*É uma mistura de dois ácidos*”.

EST8: “*É um óleo feito do ácido oleico e do ácido erúxico que ajuda as crianças com a doença ALD*”.

4. Após assistir ao filme “*Óleo de Lorenzo*”, o que você entendeu por óleo?

EST12: “*São ácidos graxos*”.

EST7: “*O óleo é uma mistura de ácidos graxos de cadeia longa*”.

Observa-se a partir dos resultados obtidos que a atividade permitiu aos EST identificar alguns conceitos químicos sobre lipídeos que seriam abordados durante o desenvolvimento da oficina temática, manifestando as ideias construídas com o filme e suas concepções prévias. Além de gerar de forma contextualizada algumas concepções que podem auxiliar no decorrer da oficina, como por exemplo, alimentos que possuem ácidos graxos.

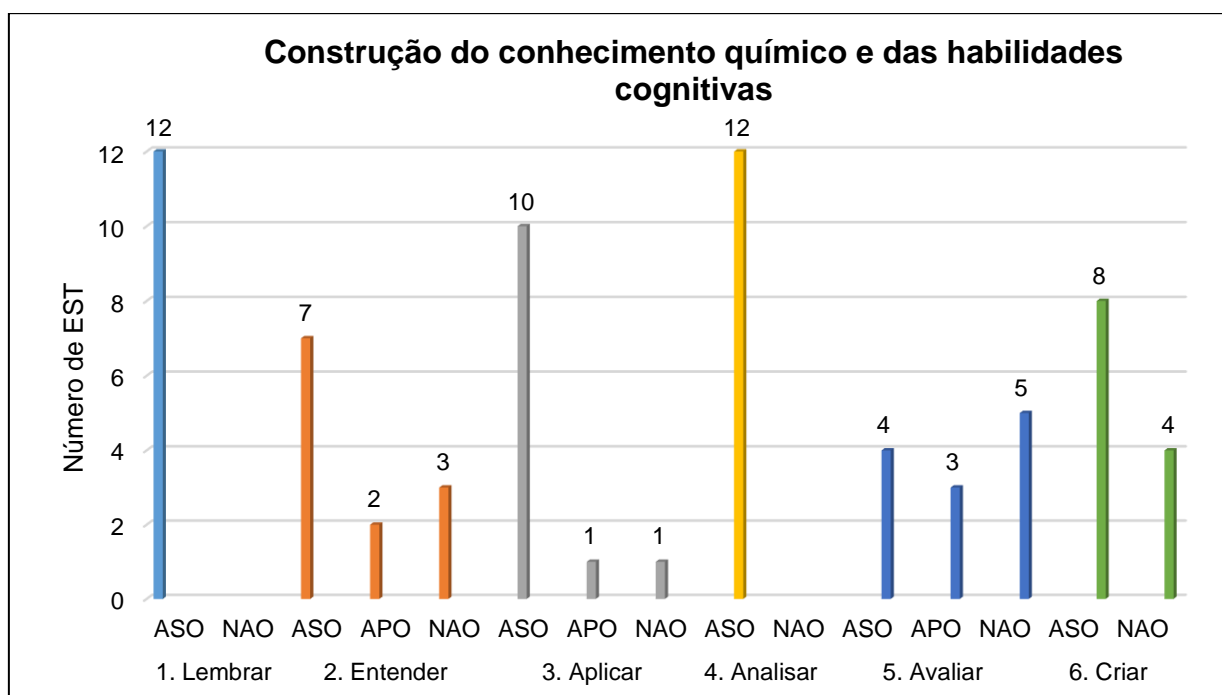
#### 5.2.4.2.2. Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.

No 2MP, construiu-se o conhecimento sobre os conteúdos químicos correspondentes ao tema lipídeos, utilizando diferentes metodologias de ensino, com as quais foram coletados resultados, segundo os objetivos de aprendizagem, construídos pelo grupo de PFI responsável pela oficina temática para cada nível e categoria. As categorias *a priori* utilizadas para a análise, foram:

- Alcançou satisfatoriamente o objetivo de aprendizagem (ASO).
- Alcançou parcialmente o objetivo de aprendizagem (APO).
- Não alcançou o objetivo de aprendizagem (NAO).

A Figura 155 mostra o resultado obtido.

Figura 155 – Construção do conhecimento químico e das habilidades cognitivas dos estudantes.



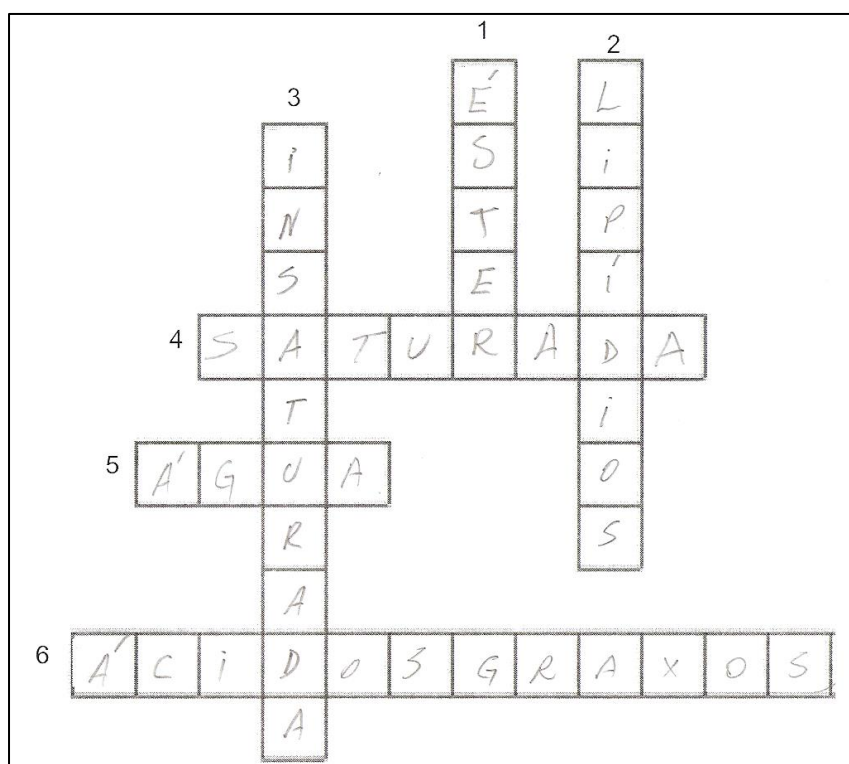
Fonte: Autores.

Os critérios para determinar se o EST alcançou satisfatoriamente, parcialmente ou não alcançou o objetivo de aprendizagem, serão discutidos em cada nível e categoria a seguir.

Para avaliar a categoria *Lembrar* (nível 1), elaborou-se e aplicou-se a atividade de ensino “cruzadinha”. Os resultados dessa atividade de ensino foram avaliados apenas nas categorias ASO e NAO, sendo o objetivo de aprendizagem a ser alcançado **completar o jogo cruzadinha sobre o que são os lipídeos atribuindo o termo correspondente à definição**.

Assim, considera-se inserido na categoria ASO, o EST que completou de forma correta a atividade “cruzadinha”, e NAO o EST que não completou a atividade ou completou de forma incorreta. O resultado pode ser observado na Figura 155, em que os 12 EST foram inseridos na categoria ASO, por reconhecerem as informações específicas proporcionadas na atividade, que permitiu lembrar os termos químicos correspondentes ao tema lipídeos para a solução da “cruzadinha” (Figura 156).

Figura 156 – Solução da cruzadinha.



Fonte: Autores.

A categoria *Entender* (nível 2), foi aplicada para construir os conhecimentos de forma orientada sobre a classificação dos lipídeos, sendo avaliada a partir do objetivo de aprendizagem **classificar os lipídeos em glicerídeos, cerídeos, esteroides e**

**fosfolipídios em um fluxograma** e os critérios que definem se foi ASO, APO e NAO.

Sendo que:

- ASO: Classificou os lipídeos em glicerídeos, cerídeos, esteroides e fosfolipídios fazendo uso de um fluxograma, fornecendo exemplos que estabeleçam uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido.

- APO: Classificou os lipídeos em glicerídeos, cerídeos, esteroides e fosfolipídios fazendo uso de um fluxograma, mas não exemplificou.

- NAO: Não elaborou a atividade correspondente a esta categoria.

Os resultados obtidos (Figura 155), mostram que apenas 7 EST foram classificados na categoria ASO, pois classificaram os lipídeos em glicerídeos, cerídeos, esteroides e fosfolipídios fazendo uso do fluxograma, definindo o que são e exemplificando, demonstrando o entendimento do tema. Algumas respostas e exemplos fornecidos pelos EST no fluxograma estão descritos no Quadro 39.

Na categoria APO foram classificados 3 EST, pois somente classificaram os lipídeos, definindo o que são, mas sem exemplificar e 2 EST não elaboraram a atividade proposta para favorecer a habilidade corresponde a esta categoria.

Quadro 39 - Classificação dos lipídeos e exemplos fornecidos pelos estudantes.

EST	GLICERÍDEOS	CERÍDEOS	ESTEROIDES	FOSFOLIPÍDEOS
5	<i>“Ésteres formados do glicerol com ácidos graxos, que podem ser líquidos ou sólidos”. Ex: “Óleo de oliva e a banha de porco”.</i>	<i>“Ésteres de ácidos graxos com álcoois graxos, possuem como função impermeabilizam te”. Ex: “Cera de abelhas”.</i>	<i>“Lipídeos que não possuem em sua estrutura ésteres. Atuam como hormônios”. Ex: “A testosterona”.</i>	<i>“São constituintes das membranas celulares, há duas moléculas de ácidos graxos ligados ao glicerol é um fosfato”. Ex: “Membrana celular”.</i>
8	<i>“Ésteres de glicerina com ácidos graxos”. Ex: “Óleo de oliva e manteiga de cacau”.</i>	<i>“Ésteres de ácidos graxos com álcoois graxos”. Ex: “Cera presente nos patos”.</i>	<i>“Lipídeos que não possuem ésteres em sua estrutura”. Ex: “Colesterol”</i>	<i>“Constituintes das membranas celulares que possuem grupos fosfatos”. Ex: “Membrana celular”.</i>

Fonte: Autores.

Para fortalecer a habilidade cognitiva correspondente à categoria *Aplicar* (nível 3), propôs-se como objetivo de aprendizagem **executar atividades experimentais de verificação, para identificar lipídeos em alimentos**, para que os EST usassem um procedimento em uma situação específica (ANDERSON, et al., 2001). Para isso, os EST executaram uma atividade experimental com diferentes amostras e nomearam quais possuíam em sua composição lipídeos. Segundo os resultados, foram classificados em:

- ASO: Identifica de forma correta os alimentos que possuem em sua composição lipídeos, articulando os resultados com os conhecimentos previamente construídos.

- APO: Identifica os alimentos que possuem em sua composição lipídeos, mas não articula os resultados com os conhecimentos previamente construídos.

- NAO: Não identifica de forma correta os alimentos que possuem em sua composição lipídeos.

Evidencia-se nos resultados apresentados na Figura 155, que 10 EST conseguiram identificar os alimentos que possuem lipídeos em sua composição (Figura 157). Desta forma, foram classificados na categoria ASO, embora alguns alimentos não tenham deixado a folha translúcida, os EST utilizaram seus conhecimentos construídos nas categorias anteriores para articular os resultados e desta forma complementá-los, dando um significado ao novo conhecimento, como foi o caso do leite integral e mel.

Figura 157 – Alimentos que possuem lipídeos em sua composição identificados pelos estudantes.

<i>Amostras que possuem lipídeos</i>	<i>Amostras que não possuem lipídeos</i>
MARGARINA MEL ÓLEO MAIONESE LEITE INTEGRAL	REFRIGERANTE ÁGUA LEITE DESNATADO

Somente 1 EST (EST8) foi classificado na categoria APO, por não articular o conhecimento já construído com os resultados, pois mencionou que o leite integral é um alimento que não possui em sua composição lipídeos. Segundo Dergal (2006) o leite possui 7% de gordura, tornando falsa a afirmação do EST. Ressalta-se que o leite foi um alimento utilizado como exemplo nas intervenções prévias, considera-se que o EST não deu um significado ao conhecimento previamente construído, respondendo apenas o observado na prática experimental.

Classificou-se 1 EST na categoria NAO por identificar de forma incorreta os alimentos que possuem lipídeos, pois considerou que o refrigerante possui lipídeos e o leite integral e o mel não. Este resultado pode ser consequência de problemas durante a prática experimental, como: humidade ainda presente nas folhas das amostras que possuem água e deixarem as folhas molhadas ou o uso de pinceis utilizados com outras amostras ou até mesmo por não ter relacionado os resultados obtidos na prática com as orientações fornecidas nas intervenções.

Na próxima categoria, *Analisar* (nível 4), avaliou-se o objetivo de aprendizagem **relacionar através do jogo de memória as funções biológicas dos lipídeos com diferentes exemplos**. Para isso, foi utilizado como instrumento de coleta de dados para análise desta atividade uma folha guia (Figura 158) fornecida aos EST com as descrições, para após formar a dupla com as cartas corretas e escrever a resposta da função biológica que as representava. É importante mencionar que só se analisou a resposta para a dupla de cartas assinaladas pelo EST na folha guia, independente. Foram classificados na categoria ASO as respostas que representassem de forma correta a função biológica descrita nas cartas do jogo e na categoria NAO as respostas incorretas, por não representarem a função biológica descrita.

Os resultados obtidos com o jogo (Figura 155) indicam que 12 EST foram classificados na categoria ASO, pois relacionaram de forma correta a imagem com a correspondente descrição e forneceram como resposta a função biológica dos lipídeos. Ressalta-se que era importante que as respostas fornecidas pelos EST fossem corretas para poder retirar a dupla de cartas do jogo, razão pela qual não foram encontradas respostas incorretas a serem classificadas na categoria NAO. Um exemplo das respostas é apresentado na Figura 158.

Figura 158 – Respostas fornecidas pelos EST no jogo “Formação de pares”.

Dupla	Exemplo
	Os cerídeos têm como função a _____, com o propósito de impedir a perda excessiva da água. É encontrado em superfície de folhas e frutos.
X	Os lipídeos são utilizados pelos animais em época de hibernação como <u>isolante térmico</u> , para reter o calor corporal.
X	As lipoproteínas conhecidas como HDL e LDL, têm como função <u>de transportar</u> o colesterol, pela corrente sanguínea até os tecidos periféricos.
	São hormonas lipídicas que têm como função _____ o crescimento do organismo e a reprodução.
X	A gordura é acumulada pelos organismos para ser utilizada como <u>reserva energética</u> após esgotar o glicogénio.
X	A bicamada lipídica faz parte da <u>membrana</u> das células. Apresenta uma parte apolar (hidrofóbica) e outra polar (hidrofílica).

Fonte: Autores.

Como última atividade do 2MP, aplicou-se a prática experimental “Onde são solúveis?” para fortalecer a habilidade cognitiva da categoria *Avaliar* (nível 5), na qual o EST deveria realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos (ANDERSON, et al., 2001). Para isso, o Gp.3 propôs como objetivo de aprendizagem **determinar a solubilidade dos lipídeos em solventes de diferentes polaridades de forma teórica e experimental**. Esse objetivo permitiu aos EST elaborar hipóteses sobre a solubilidade do óleo de cozinha, determinando a polaridade dos solventes, as quais foram testadas experimentalmente.

Este objetivo foi analisado a partir das seguintes categorias:

- ASO: o EST que determinou a solubilidade do óleo de cozinha em diferentes solventes, utilizando como critério a polaridade química dos solventes e o soluto de forma teórica e experimental.

- APO: o EST que determinou a solubilidade do óleo de cozinha em diferentes solventes, utilizando como critério a polaridade química dos solventes e o soluto de forma teórica avaliando as estruturas apresentadas, mas não relacionou com os resultados experimentais.

- NAO: o EST que construiu suas hipóteses sobre a solubilidade do óleo de cozinha nos diferentes solventes, após a prática experimental, sem utilizar a polaridade química como critério para avaliar a solubilidade, dessa forma, determinando de forma incorreta a solubilidade do óleo de cozinha em diferentes solventes.



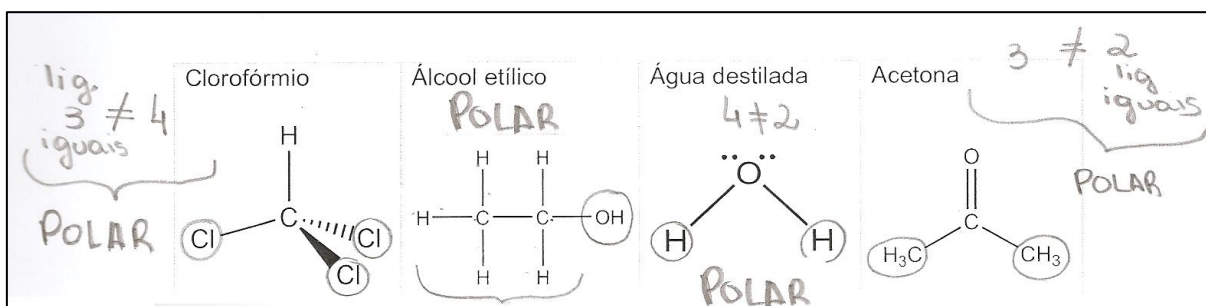
Os resultados (Figura 155) indicaram que apenas 4 EST foram classificados na categoria ASO, pois determinaram de forma teórica a solubilidade do óleo de cozinha, utilizando como critério a polaridade dos solventes, com auxílio das estruturas químicas, comparando o número de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central com o número de grupos iguais ligados ao átomo central. Para uma molécula apolar, esses números precisam ser iguais, caso contrário, a molécula será polar (Figura 159). Algumas hipóteses fornecidas pelos EST foram:

EST5: “Não é solúvel, pois todos são polares, o n. de pares de elétrons ao redor do átomo central é diferente do n. de átomos iguais ligados”.

EST8: “Todos os solventes são polares e o óleo de cozinha é apolar pelo número de carbonos, porém não é solúvel em nenhum solvente”.

EST11: “O óleo é apolar pois a cadeia de carbonos é muito longa e os solventes são polares, ou seja, não solubilizará. Mas acho que pode ser solúvel no álcool etílico por ter uma cadeia de carbonos apolar”.

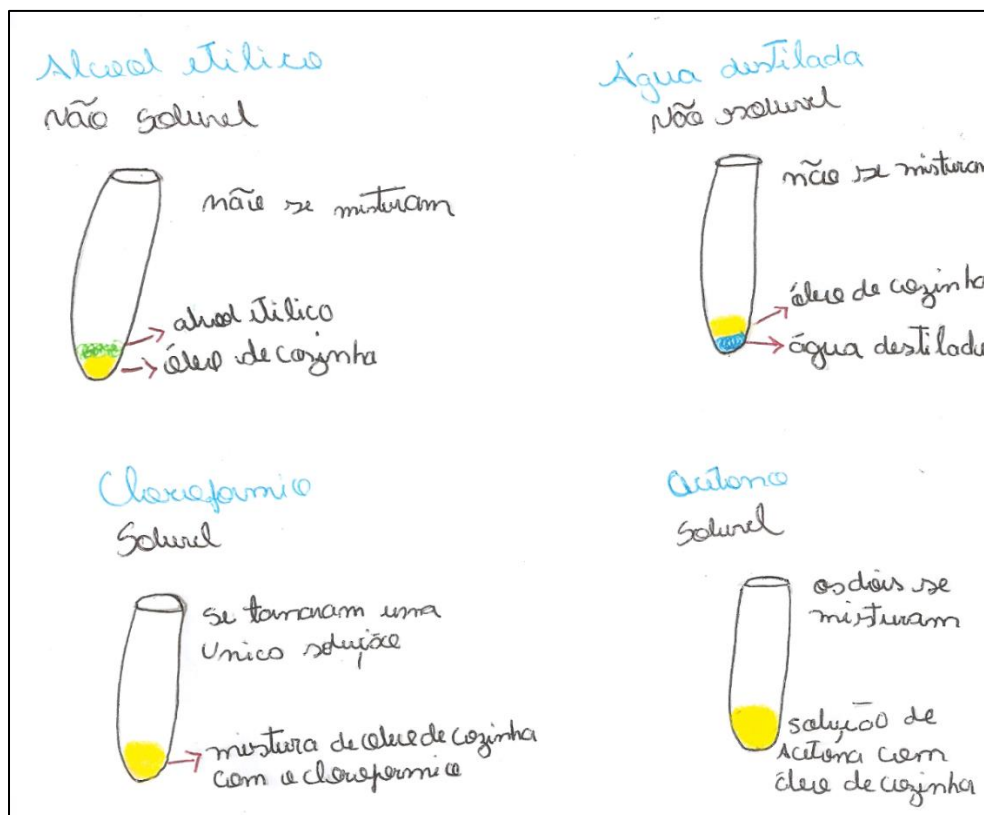
Figura 159 - Identificação da polaridade dos solventes fornecida pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Estas hipóteses foram testadas de forma experimental pelos EST para determinar em quais solventes o óleo de cozinha se solubilizaria, para então concluir onde os lipídeos são solúveis. Os resultados e desenhos realizados pelos EST são apresentados na Figura 160.

Figura 160 - Resultados da atividade experimental “Onde são solúveis?”.



Fonte: Autores.

Após a socialização dos resultados, os EST observaram que as hipóteses construídas eram “incorretas” visto que o óleo de cozinha solubilizou nos solventes polares, como no clorofórmio e na acetona, sendo necessário explicar porque algumas moléculas eram pouco ou parcialmente polares, razão pela qual pode solubilizar solutos apolares. Recomenda-se, portanto, para evitar algumas dificuldades e erros conceituais, o uso de solventes apolares, além de evitar o uso da mnemônica “*semelhante dissolve semelhante*”, visto que esta generalização pode produzir algumas confusões nos estudantes com o uso de solventes poucos polares.

Neste contexto, 3 EST foram classificados na categoria APO, pois forneceram hipóteses de forma correta sobre a solubilidade dos lipídeos, utilizando como critério a polaridade dos solventes e do soluto. Por último, 5 EST construíram hipóteses classificadas na categoria NAO, pois foram feitas após a atividade experimental, sem elaborar uma análise das estruturas para estabelecer a polaridade dos solventes e do soluto, conforme a resposta do EST6: “O óleo é apolar pois sua cadeia é muito grande, é solúvel nos solventes apolares como o clorofórmio e acetona”.

#### 5.2.4.2.3. Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

Para finalizar a aplicação da oficina temática “*Lipídeos*” e a proposta de ensino “*Bioquímica na escola*”, aplicou-se o caso “*Lauren está doente*” como última atividade de ensino, mantendo os 5 grupos de 3 estudantes que trabalharam no caso do 3MP da oficina temática “*Proteínas*”. Com a finalidade de avaliar a categoria *Criar* (nível 6) da Taxonomia de Bloom revisada, a partir do objetivo de aprendizagem **elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas.**

A solução do caso foi analisada em: ASO e NAO. Considerou-se para a categoria ASO, as respostas que cumpriram com os critérios estabelecidos nas soluções apresentadas em forma de texto para o problema descrito no caso, os quais são: menciona o porquê dos sintomas de Lauren, analisa os resultados para identificar a doença que está acometendo Lauren, justifica a doença utilizando os conhecimentos construídos sobre os lipídeos e propõe alternativas para Lauren melhorar sua saúde.

No Quadro 40, apresentamos trechos elaborados pelos grupos Ge. 1, 2 e 3 que conseguiram cumprir os critérios estabelecidos e com isso fortaleceram a habilidade cognitiva, por criarem uma nova solução utilizando habilidades e conhecimentos previamente adquiridos (ANDERSON, et al., 2001).

Quadro 40 – Trechos dos textos elaborados como resposta pelos grupos.

(continua)

**Ge.1:** Oi Lauren. Depois de estudar os resultados **concluimos que você tem sérios problemas de colesterol alto, por isso seus sintomas de dor no peito, fadiga, fraqueza muscular nas pernas e dores de cabeça.** O colesterol sanguíneo elevado é um dos fatores que elevam o risco para ataque cardíaco e acidente vascular cerebral (AVC), por isso **é importante conversar regularmente com o seu médico sobre os índices de colesterol [...].**

Lauren, **sua alimentação é rica em gordura**, pois é composta por apenas xis, pizzas e cachorro quente, além disso você não faz exercício o que aumenta o risco de colesterol alto [...]. **Seus níveis de colesterol deveriam ser:** o colesterol HDL maior que 60 mg/dL, você está com o índice inferior a 40 o que para mulheres é baixo e é de alto risco, o colesterol LDL refere-se à lipoproteína de baixa densidade, você tem um índice elevado visto que o normal é menor que 100 mg/dL o que pode causar AVC, o colesterol total e os triglicerídeos também estão elevados, pois o colesterol total deve ser inferior a 200 mg/dL e os triglicerídeos até 150 mg/dL...

Quadro 40 – Trechos dos textos elaborados como resposta pelos grupos.

(conclusão)

<p><b>Ge.1: ... Para você controlar seu colesterol vamos passar algumas dicas, como: evitar muita gordura, prática regular de exercício e consuma alimentos como:</b> (aqui o grupo apresenta alguns exemplos de alimentos que Lauren deve consumir). [...].</p>
<p><b>Ge.2:</b> Bom dia Lauren, olhamos os resultados do exame de sangue, foi muito importante consultar com o clínico geral, pois <b>você tem o índice de colesterol alto</b>, o colesterol alto é uma doença silenciosa pois não provoca sintomas, a única maneira de saber é através do exame de sangue. <b>Os sintomas que você apresenta como dor no peito e falta de ar podem de ser consequência de alguma doença causada pelo aumento dos níveis de colesterol</b> como angina de peito ou mesmo infarto. Bem, Lauren seu colesterol HDL está baixo, o LDL alto, o VLD baixo, o colesterol total alto e os triglicerídeos altos, pois os níveis ideais de colesterol no sangue devem ser: (aqui o grupo apresenta uma tabela com os níveis ideais de colesterol no sangue).</p> <p><b>Nossos conselhos para ela melhorar sua saúde, são: não comer muitas gorduras saturadas, mudar sua dieta de pipoca doce, xis, pizzas e cachorro quente por</b> (aqui o grupo apresenta uma lista de alimentos que Lauren deve consumir) <b>fazer exercícios físicos, assim controla o peso e diminui o risco de infarto, não fumar e evitar o estresse.</b></p>
<p><b>Ge. 3:</b> Oi Lauren. Analisamos os resultados do exame de sangue e <b>você tem o colesterol sanguíneo elevado</b>, pois <b>sua alimentação não é a melhor, já que possui muita gordura</b> o que pode aumentar o risco de doenças do coração [...]. A gordura se acumula nas suas artérias, fazendo com que o espaço livre em seu interior diminua. Isso coloca pressão no seu coração e torna mais difícil bombear sangue pelo seu corpo, aumentando o risco de doença arterial coronariana, <b>por isso seu sintoma de dor no peito.</b></p> <p><b>Aconselhamos para melhorar sua saúde comer alimentos como:</b> (aqui o grupo apresenta uma lista de alimentos que Lauren deve consumir), estes alimentos têm baixos níveis de gordura, <b>praticar exercícios físicos, se estiver acima do peso, emagrecer e tomar medicamentos para redução do LDL e aumento do HDL.</b></p>

Fonte: Autores.

Por outro lado, considera-se inseridos na categoria NAO, os grupos que não conseguiram cumprir todos os critérios na solução do caso. Ainda que analisam os resultados para identificar a doença que está acometendo Lauren, não articulam os resultados com os sintomas apresentados por Lauren, nem com sua alimentação. Além disso, não propõem alternativas para Lauren melhorar sua saúde que manifestem os conhecimentos construídos no decorrer da oficina temática. Foram

classificados nesta categoria os Ge. 4 e 5, em razão de apenas mencionarem no texto uma análise dos resultados dos exames de sangue (Quadro 41).

Quadro 41 – Trechos dos textos elaborados como resposta pelos grupos.

**Ge.4:** Olá, Lauren!

**Você está com o colesterol elevado**, pois o colesterol HDL considerado o colesterol positivo está baixo, o ideal seria acima de 60 mg/dL, inferiores aumentaram o risco de doenças cardiovasculares, o colesterol LDL considerado “ruim” que é responsável por transportar o colesterol prejudicial, está elevado, pelo qual tem a possibilidade de desenvolver ataque cardíaco. Assim, como os níveis de triglicerídeos e colesterol total que estão também acima do normal.

**Ge.5:** Oi! Revisamos os resultados dos exames médicos e **concluimos que você tem colesterol alto**, pois os índices dos diferentes tipos de colesterol e triglicerídeos estão abaixo ou acima do normal (aqui o grupo apresenta um quadro que compara os resultados do exame de sangue com os índices desejáveis de colesterol HDL, LDL, VLDL, Total e triglicerídeos). **É importante iniciar um tratamento médico e uma dieta** pois o colesterol pode se depositar nas paredes das artérias, que são os vasos que levam sangue para os órgãos e tecidos e ocasionar doenças como arteriosclerose e infartos cardíacos.

Fonte: Autores.

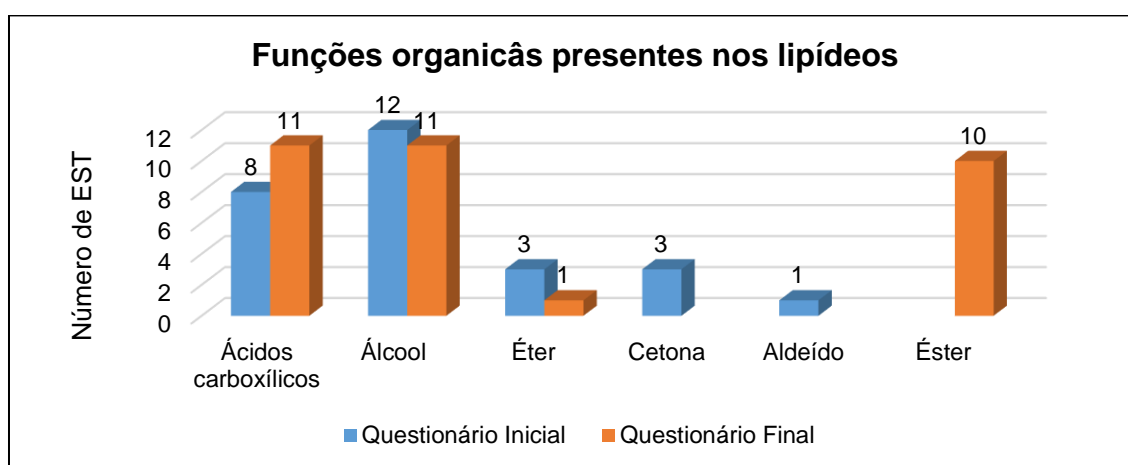
#### 5.2.4.3. *Indícios de aprendizagem significativas sobre lipídeos*

Para reconhecer indícios de aprendizagem significativa sobre os temas abordados no decorrer da oficina temática “*Lipídeos*”, analisou-se o questionário inicial e final, avaliando os itens: identificação das funções orgânicas presentes nos lipídeos, concepções sobre o que são os lipídeos, classificação das cadeias carbônicas, classificação dos lipídeos a partir sua polaridade, solubilidade e comportamento diante da água, identificação de alimentos que possuem em sua composição lipídeos e reconhecimento das funções biológicas.

Para a análise das funções orgânicas presentes nos lipídeos, foram fornecidas três estruturas para identificar as funções orgânicas ácido carboxílico, álcool e éster no questionário inicial e final (Figura 161). Verificando-se no questionário inicial, o favorecimento da aprendizagem de forma significativa da função orgânica álcool, visto que 100% da turma o reconheceu nas diferentes estruturas apresentadas.

O ácido carboxílico, foi identificado corretamente apenas por 8 EST. 2 EST (EST6 e 9) responderam equivocadamente, nomeando a função ácido carboxílico como aldeído ou considerando o grupamento hidroxila de forma independente e não como parte do grupo carboxila, resultado semelhante ao da oficina temática “*Proteínas*”. Outros 2 EST (EST4 e EST12) não identificaram esta função orgânica demonstrando dificuldades na aprendizagem.

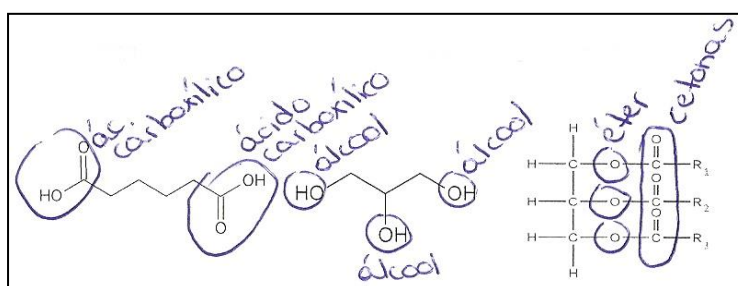
Figura 161 – Funções orgânicas identificadas pelos estudantes nos lipídeos.



Fonte: Autores.

Para a função orgânica éster, considerando que é um novo conhecimento desta oficina, 3 EST no questionário inicial tentaram responder à questão, aplicando os conhecimentos construídos no decorrer do projeto, separando na estrutura química do éster as funções orgânicas cetona e éter. Conforme Figura 162.

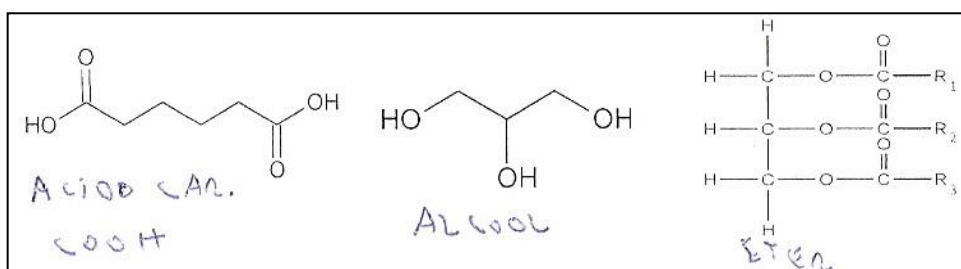
Figura 162 – Identificação das funções orgânicas proposta pelos estudantes.



Fonte: Autores.

No questionário final encontrou-se uma evolução significativa na construção do conhecimento químico que mostra indícios de aprendizagem significativa nos EST. Já que, 11 EST da turma participante da pesquisa conseguiram identificar corretamente as funções orgânicas ácido carboxílico e álcool, e 10 EST apresentaram indícios de aprendizagem do novo conhecimento (função orgânica éster). Porém, 1 EST (EST11) ainda confunde a função éster como função éter, esta confusão também foi encontrada nos PFI, pode ser devido ao fato de serem nomes similares, como destaca Sousa, Conceição e Gonçalves (2016) (Figura 163).

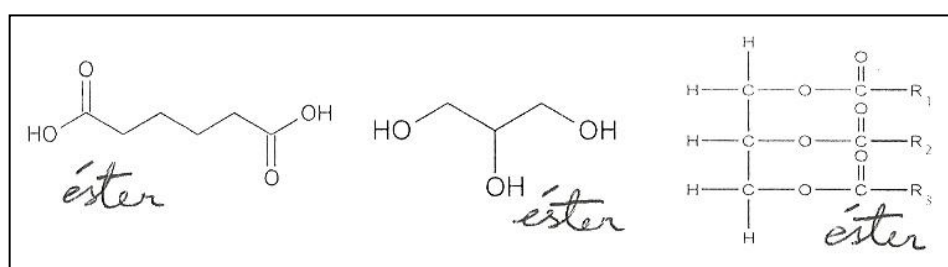
Figura 163 - Dificuldade do estudante 11 em diferenciar éter do éster.



Fonte: Autores.

O EST4, no questionário inicial não respondeu sobre a estrutura do ácido carboxílico e éster, mas respondeu de forma correta a função orgânica álcool. Ao contrário do questionário final, que nomeou como "éster" todas as funções (Figura 164) sem atribuir um significado a seu conhecimento e construir um conhecimento literal e arbitrário.

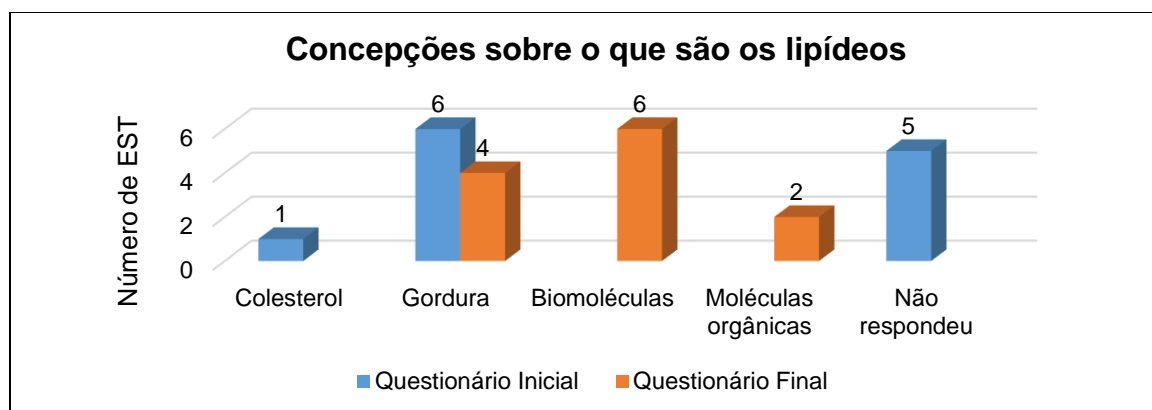
Figura 164 – Identificação das funções orgânicas feita pelo estudante 4.



Fonte: Autores.

Questionou-se aos EST sobre suas concepções sobre os lipídeos (Figura 165). No questionário inicial, 7 EST demonstraram possuírem conhecimentos prévios sobre o tema ao mencionar que são “*gorduras*” ou “*colesterol*”. Ao contrário de 5 EST que deixaram em branco a questão.

Figura 165 – Concepções dos estudantes sobre o que são os lipídeos.



Fonte: Autores.

No questionário final, todos os EST responderam o questionamento, manifestando uma construção do conhecimento por meio de suas concepções. De acordo com suas respostas, emergiram as categorias (Figura 165): gordura, biomoléculas e moléculas orgânicas, utilizadas para a classificação das respostas fornecidas pelos EST, tais como:

EST9: “Os lipídeos são **gorduras**”.

EST7: “São **biomoléculas** orgânicas, também chamadas de gorduras que podem ser de origem vegetal ou de origem animal”.

EST11: “São **biomoléculas** orgânicas de origem animal ou vegetal que podem possuir na sua estrutura ácidos graxos ou não”.

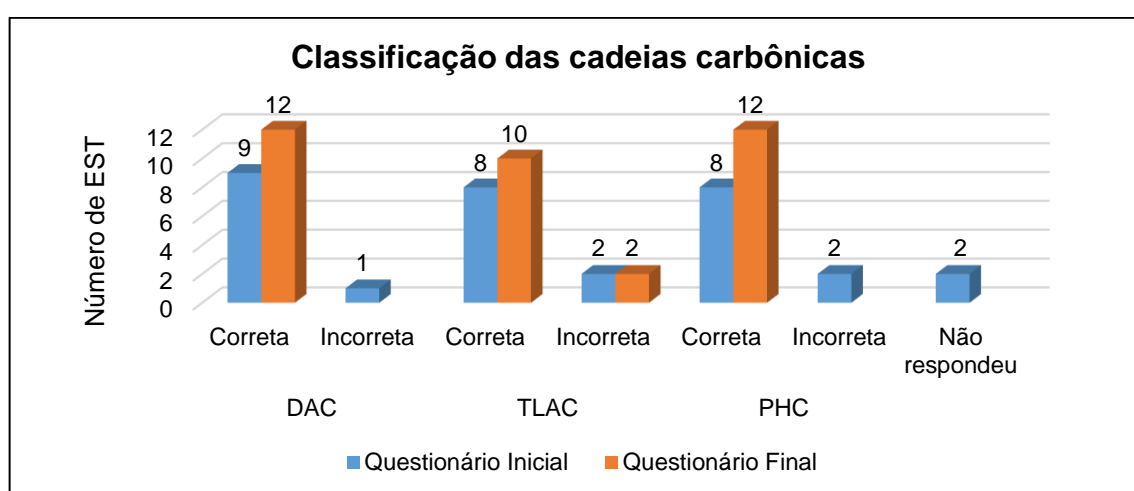
EST2: “Os lipídeos são **moléculas orgânicas**, formadas a partir da associação entre ácidos graxos e os álcoois presentes no glicerol”.

Observa-se que alguns EST construíram seu conhecimento de uma forma mais complexa o que permitiu justificar sua resposta. No entanto, todos apresentam indícios de aprendizagem significativa, visto que suas respostas são coerentes com os conteúdos científicos e expressam uma interação entre os conhecimentos prévios e novos em sua estrutura cognitiva.



Também, avaliou-se se os EST diferenciavam de forma correta ou incorreta (categorias *a priori*) as cadeias carbônicas segundo: a disposição dos átomos de carbono na cadeia (DAC) em ramificada e não-ramificada, o tipo de ligação entre os átomos de carbono (TLAC) em saturadas e insaturadas e a presença de heteroátomos na cadeia carbônica (PHC) em cadeias homogêneas (sem heteroátomos) e heterogênea (apresentam pelo menos um heteroátomo) (Figura 166).

Figura 166 – Respostas da classificação das cadeias carbônicas.



Fonte: Autores.

No questionário inicial, tendo como referência a estrutura química do linalol, 8 EST da turma acertaram, pois possuíam conhecimentos prévios obtidos nas aulas de Química com a professora titular, respondendo que a cadeia do linalol é ramificada, insaturada e homogênea. Entretanto, 4 EST participantes não possuem este *subsunçor* para iniciar a construção do novo conhecimento, pois erraram a questão.

No questionário final, após os estudos do tema observou-se um favorecimento na aprendizagem. Esta afirmação se justifica, pois, 10 EST reconheceram de forma correta a classificação da cadeia carbônica da estrutura do ácido oleico, o qual foi utilizado como exemplo no decorrer da oficina temática. Os argumentos dos EST para as diferentes classificações, foram:

- DAC (resposta: não-ramificada):

EST3: “Não possui ramificações”.

EST5: “Pois, não tem carbonos terciários ou quaternários na estrutura”.

EST7: “Não possui substituintes em sua cadeia principal”.

- TLAC (resposta: insaturada):

EST6: “*Tem uma ligação dupla entre carbonos*”.

EST12: “*Pois, apresenta dupla ligação na cadeia principal*”.

- PHC (resposta: homogênea):

EST4: “*Não há átomos diferentes de carbono entre carbonos*”.

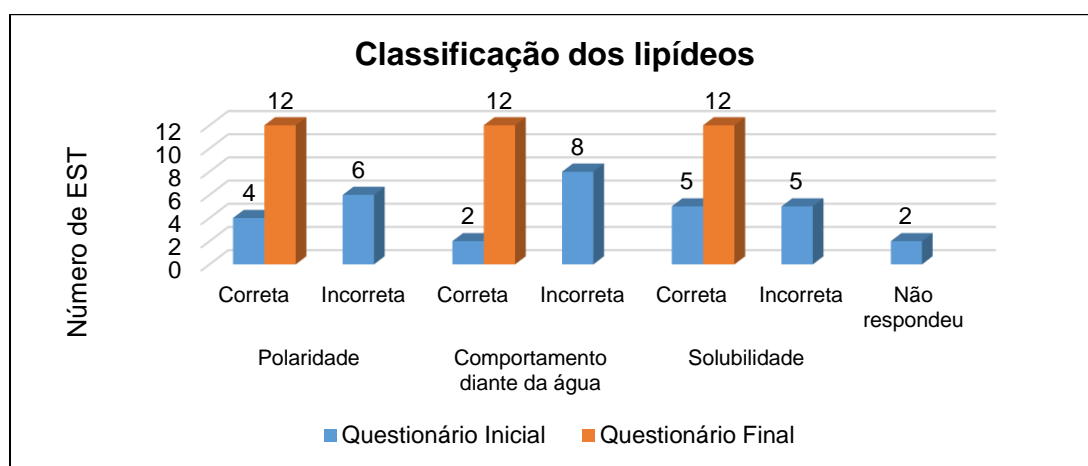
EST6: “*Não apresenta S, N, O, P no meio da cadeia principal*”.

EST10: “*Porque só tem carbono na cadeia principal*”.

Os outros 2 EST (EST2 e EST11) responderam de forma incorreta a classificação da cadeia carbônica segundo o tipo de ligação entre os átomos de carbono, apesar de mencionarem que a cadeia “*tem uma dupla ligação*” assinalaram esta como saturada, apresentando confusões para diferenciar o termo e seu significado.

Com relação à classificação dos lipídeos, avaliou-se se o EST identificava por meio das estruturas químicas apresentadas, a polaridade (polar e apolar), o comportamento diante da água (hidrofóbico e hidrofílico) e a solubilidade (lipossolúvel e hidrossolúvel) dos lipídeos. Os resultados encontrados foram organizados nas categorias *a priori* correta e incorreta, como se apresenta na Figura 167.

Figura 167 – Resultados da classificação dos lipídeos pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Considerando que 2 EST não responderam o questionamento inicial, os resultados explicitam que a respeito da polaridade apenas 4 EST da turma possui conhecimentos prévios, e assinalaram o colesterol como apolar. Os outros 6 EST

assinalaram que o colesterol é polar, resposta que possivelmente pode ter sido influenciada pela presença do grupo hidroxila na estrutura. Por esta razão, é necessário esclarecer que embora o colesterol apresente um grupo hidroxila o qual é polar, o tamanho da cadeia de hidrocarbonetos presente na estrutura prevalece (força de Van der Waals), predominando assim sua característica apolar (VOET, VOET e PRATT, 2014). Como foi destacado no questionário final pelos 12 EST, apresentando indícios de aprendizagem significativa e atribuição de significado ao conhecimento construído, ao mencionar que:

EST2: *“Apolar, o colesterol é dissolvido em gordura”.*

EST3: *“Apolar, pois tem ligações apolares entre C-C”.*

EST7: *“Apolar, não interagem com a água”.*

EST11: *“Apolar, a cadeia carbonada é muito grande para ser polar e apenas possui um OH polar na estrutura”.*

No caso do comportamento dos lipídeos diante da água, questionou-se aos EST se o colesterol é hidrofílico ou hidrofóbico, 2 EST identificaram de forma correta seu caráter hidrofóbico e 8 EST responderam que possui um caráter hidrofílico. Novamente atribuímos que a resposta foi influenciada pela presença do grupo hidroxila na estrutura, visto que o estudante pode considerar apenas a possibilidade do colesterol formar ligações hidrogênio, que não está errado. Mas, segundo Cooper e Hausman (2007) os anéis de hidrocarbonetos presentes no colesterol são fortemente hidrofóbicos e o grupo hidroxila ligado a uma das extremidades é fracamente hidrofílico, predominando seu caráter hidrofóbico.

Após os estudos teóricos e experimentais a respeito do comportamento dos lipídeos diante da água, constatou-se um indício de aprendizagem significativa nos 12 EST participantes da pesquisa, visto que identificaram que o colesterol tem um caráter hidrofóbico argumentando sua resposta na pouca solubilidade em água

EST7: *“Hidrofóbico, não é solúvel em água por só possuir um grupo hidroxila e ter uma cadeia carbônica muito grande”.*

Por último, foi avaliado se os EST diferenciavam e classificavam a solubilidade dos lipídeos em hidrossolúveis e lipossolúveis, analisando as estruturas químicas da vitamina A e vitamina C. Tendo como resultado no questionário inicial, o reconhecimento de forma correta somente por 5 EST, indicando a vitamina A como lipossolúvel e a vitamina C como hidrossolúvel, *subsunçores* que auxiliaram em sua

aprendizagem. Ao contrário de 5 EST que responderam de forma errada e 2 EST que não responderam.

Com os estudos do tema e aplicação do questionário final, verificou-se que a turma construiu de forma significativa seu conhecimento. Afirmando que:

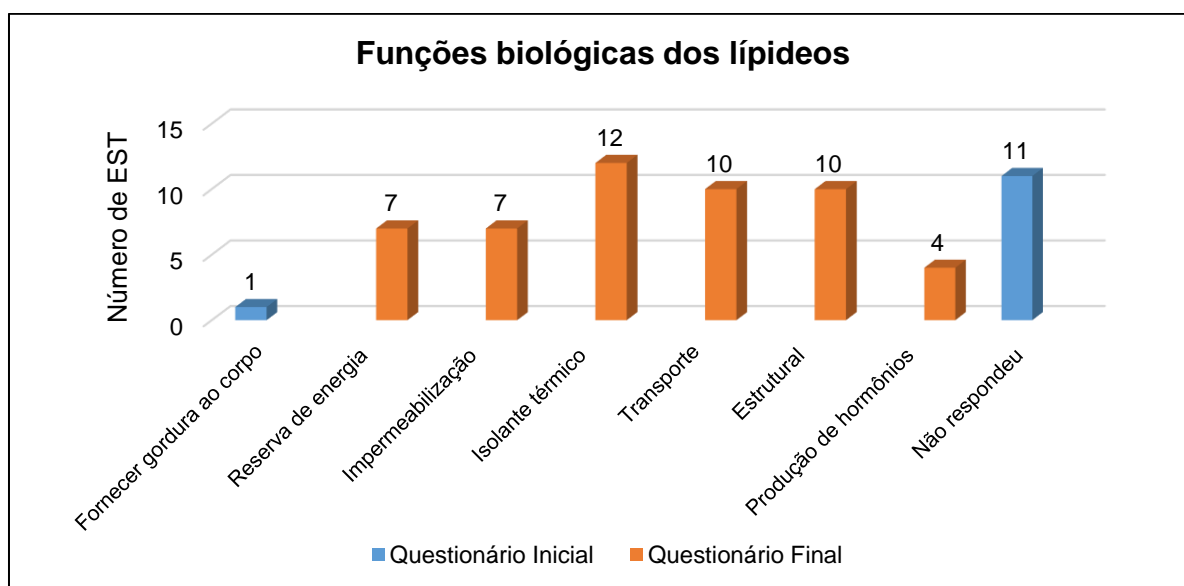
EST3: Vitamina A “*Lipossolúvel, solúvel em compostos apolares como a gordura*” e a vitamina C “*Hidrossolúvel, solúvel em compostos polares como água*”.

EST11: Vitamina A “*Lipossolúvel, pois é solúvel em gorduras*” e a vitamina C “*Hidrossolúvel, solúvel em água por ter OH que fazem ligações hidrogênio*” (sic).

Outro tópico analisado foi o conhecimento sobre as funções biológicas dos lipídeos (Figura 168), as quais não foram reconhecidas pelos EST como se constatou no questionário inicial, pois apenas o EST9 respondeu: “*Os lipídeos fornecem gordura ao corpo*”, embora reconheça uma relação entre a gordura e os lipídeos, não especifica uma função biológica.

Já no questionário final, percebeu-se indícios de aprendizagem significativa a respeito das funções, pois os EST mencionaram pelo menos uma das funções biológicas, como isolante térmico citada pelos 12 EST, transporte por 10 EST e estrutural por 10 EST.

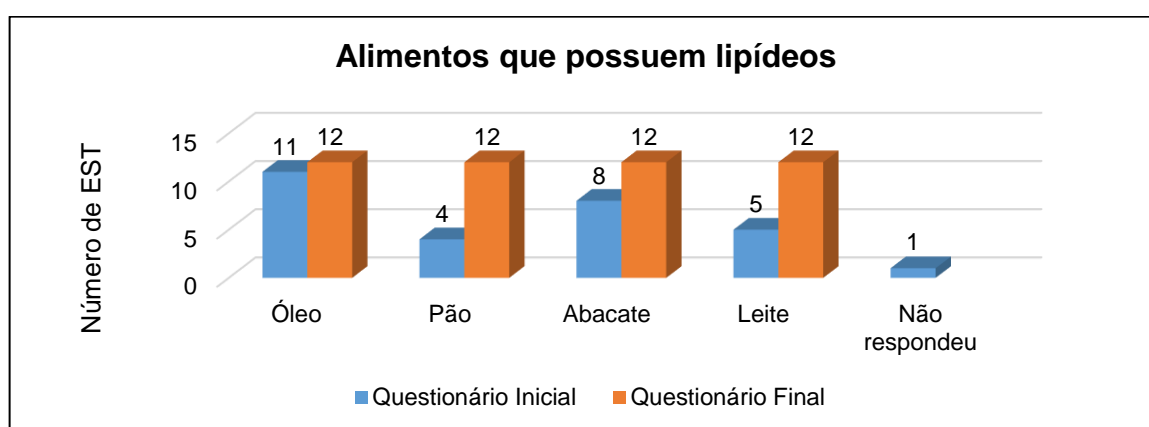
Figura 168 – Funções biológicas dos lipídeos identificadas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

Para terminar a análise e discussão desta oficina temática, identificou-se indícios da aprendizagem significativa nos EST sobre o reconhecimento dos lipídeos em alimentos, contextualizando desta forma os conteúdos químicos abordados. Para isso, foram disponibilizadas quatro imagens de alimentos, tais como: óleo, abacate, pão e leite, com a finalidade de que os EST assinalassem os alimentos que consideravam que possuem lipídeos em sua composição em uma quantidade significativa (Figura 169).

Figura 169 – Alimentos identificados pelos estudantes que possuem lipídeos.



Fonte: Autores.

Os resultados encontrados com aplicação do questionário inicial mostraram que apenas 1 EST não respondeu ao questionamento. Os demais EST demonstraram ter um conhecimento prévio do tema, o qual foi fortalecido durante o desenvolvimento da oficina temática, como se evidencia nas respostas dos EST no questionário final (Figura 170).

Figura 170 – Exemplo das respostas fornecidas pelos estudantes.



Fonte: Autores.

A partir dos resultados podemos observar que 100% da turma responderam de forma correta o questionamento no questionário final, podendo-se considerar que as intervenções teóricas e experimentais que foram contextualizadas com o uso de alimentos que auxiliaram no favorecimento da aprendizagem significativa.

Com os resultados apresentados nesta oficina temática, conclui-se que as diferentes estratégias didáticas planejadas pelos PFI do Gp.3 e organizadas na SD para favorecer a aprendizagem significativa nos estudantes, alcançou seu objetivo em 9 EST dos EST participantes da proposta, pois 3 EST apresentaram dificuldades das quais, destaca-se: diferenciação da função éter do éster e a identificação da cadeia carbônica segundo o tipo de ligação entre os átomos de carbono.

Assim, considerando o número de EST que apresentaram indícios de aprendizagem significativa, acreditamos que apesar das dificuldades durante o processo de ensino-aprendizagem, as atividades desenvolvidas nesta oficina favoreceram aprendizagem significativa dos “*Lipídeos*” e conjuntamente dos conceitos químicos e bioquímicos abordados.

### 5.2.1. 5ª Etapa: Finalização da proposta

Para determinar o tipo de aprendizagem favorecida e as habilidades cognitivas fortalecidas nos 12 EST sujeitos desta pesquisa, com a aplicação da SD a respeito dos conhecimentos de Bioquímica, aplicou-se um questionário com seis questões, as quais foram elaboradas segundo Rojas (2003) e Galhardi e Azevedo (2013), para cada nível e categorias da Taxonomia de Bloom revisada, avaliando os objetivos de aprendizagem apresentados no Quadro 42.

Quadro 42 – Objetivos de aprendizagem a serem analisados no questionário final.

(continua)

NÍVEL	CATEGORIA	OBJETIVO
1	Lembrar	Identificar as biomoléculas orgânicas por meio de suas estruturas químicas.
2	Entender	Exemplificar uma função biológica dos lipídeos mediante um desenho.
3	Aplicar	Implementar um procedimento experimental para a verificação do polissacarídeo amido em alimentos.

Quadro 42 – Objetivos de aprendizagem a serem analisados no questionário final.

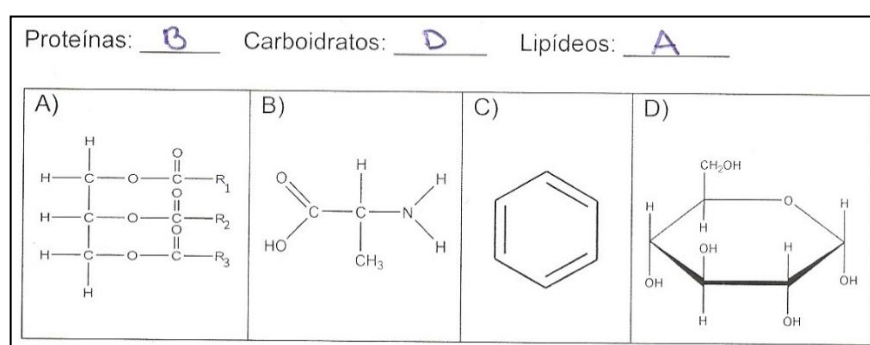
(conclusão)

NÍVEL	CATEGORIA	OBJETIVO
4	Analisar	Comparar a solubilidade do dissacarídeo sacarose e do lipídeo óleo de oliva em água, a partir da análise de suas estruturas químicas.
5	Avaliar	Explicar o que acontece com a estrutura das proteínas em situações específicas utilizando termos químicos.
6	Criar	Elaborar um texto que apresente uma dieta alimentar que cumpra objetivos específicos.

Fonte: Autores.

Para o nível 1 correspondente à categoria *Lembrar*, considera-se que os EST alcançaram o objetivo de aprendizagem por identificarem de forma correta as biomoléculas orgânicas por meio de suas estruturas, recuperando conhecimentos relevantes da memória e reconhecendo informações de maneira aproximada ao que foi aprendido (GALHARDI e AZEVEDO, 2013). Os 12 EST identificaram de forma correta as biomoléculas orgânicas (Figura 171).

Figura 171 – Exemplo do objetivo de aprendizagem alcançado pelos estudantes na categoria *Lembrar*.

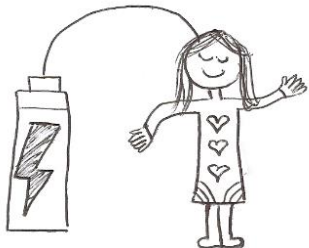
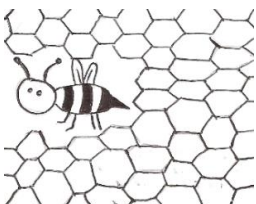
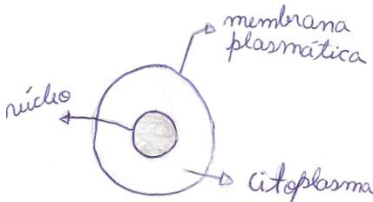



Fonte: Autores.

Na categoria *Entender* (nível 2), foi avaliado o que os EST exemplificaram em relação a função biológica dos lipídeos mediante um desenho, cuja explicação evidenciasse a construção de significados ao articular o conhecimento novo com o previamente adquirido (ANDERSON, et al., 2001). Destaca-se que os 12 EST exemplificaram e explicaram as funções biológicas, tais como: isolante térmico (5

EST), reserva de energia (2 EST), estrutural (2 EST), impermeabilização e proteção (1 EST), composição das membranas biológicas (1 EST) e produção de hormônios (1 EST). Alguns desenhos estão apresentados como exemplo no Quadro 43.

Quadro 43 - Exemplos do objetivo de aprendizagem alcançado pelos estudantes na categoria *Entender*.

EST	DESENHO	EXPLICAÇÃO
3		<i>“Os lipídeos agem como reserva de energia”.</i>
5		<i>“A cera das abelhas ajuda na construção da colmeia, para proteger os insetos da água”.</i>
7		<i>“Os lipídeos são constituintes das membranas celulares”.</i>
11		<i>“Eu desenhei um urso polar, ele não sente frio, pois usa sua gordura como isolante térmico no corpo, o protegendo do frio”.</i>

Fonte: Autores.

Para a categoria *Aplicar* (nível 3), determinou-se se os EST têm a habilidade de “aplicar teorias, princípios, métodos ou ideias na solução de um problema prático” (ROJAS, 2003, p. 14, tradução nossa). Para isso, solicitou-se um procedimento experimental para verificar a presença de amido em embutidos. Constatou-se que os



12 EST alcançaram o objetivo de aprendizagem nesta atividade por meio das respostas a seguir:

EST4: *“Adicionaria gotas de Lugol nas carnes, para a presença de amido caso de positivo, a carne apresentará uma cor roxa”.*

EST6: *“Pode-se comprovar a presença de amido com algumas gotas de Lugol, se esse fica roxo o amido está presente”.*

EST7: *“Adicionando algumas gotas de Lugol para reagir com o amido, mostrando se o embutido tem mais carboidrato do que proteína, quando é colocado Lugol em contato amido ele fica roxo, mostrando a presença de amido nos alimentos”.*

No nível 4, nomeado como *Analisar*, foi verificado se os EST conseguiram alcançar as habilidades deste nível, que é: “dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes e entender a inter-relação existente entre as partes” (ANDERSON, et al., 2001). Habilidade que segundo Rojas (2003), é um processo complexo, visto que, requer que os estudantes tenham alcançado as três categorias anteriores a esta, para que possa analisar e identificar relações entre os elementos, que possam inferir em critérios que auxiliem na formulação de hipóteses ou nas conclusões.

Por esta razão, considerou-se que os EST alcançaram o objetivo de aprendizagem se compararam de forma correta a solubilidade do dissacarídeo sacarose e do lipídeo óleo de oliva em água, a partir da análise de suas estruturas químicas. Os resultados apontaram que apenas 6 EST alcançaram o objetivo de aprendizagem ao comparar e concluir de forma correta a solubilidade dos solutos, de acordo com as respostas transcritas de alguns EST que alcançaram o objetivo:

EST3: *“O óleo é hidrofóbico por ser apolar, já que é uma cadeia grande e suas ligações são apolares e a sacarose é polar (hidrofílica) por conter em sua estrutura muitos grupos hidroxila que interagem com a água por ligações de hidrogênio”*

EST7: *“A sacarose é hidrossolúvel (solúvel em H<sub>2</sub>O), pois possui grupos OH que fazem ligações de hidrogênio com a água. Óleo é lipossolúvel (não solúvel em H<sub>2</sub>O), pois possui uma grande cadeia carbônica e não tem OH que interagem com a água”.*

Os outros 6 EST não alcançaram o objetivo de aprendizagem, por não analisarem as estruturas fornecidas, para comparar sua solubilidade, respondendo de forma geral, como apresentado a seguir:

EST2: *“No azeite, a água não se solubiliza e a sacarose se solubiliza, no azeite e água o azeite fica todo em cima, e na sacarose e a água a sacarose nem aparece”.*

EST8: “O óleo é solúvel em gordura e a sacarose na água”.

Para a categoria *Avaliar*, constatou-se se os EST fortaleceram as habilidades correspondentes ao nível 5, realizando julgamentos baseados em critérios e padrões específicos para fornecer uma conclusão (GALHARDI e AZEVEDO, 2013). Para isso, o EST deveria manifestar consistência em seus argumentos de forma razoável, articulando o conhecimento químico construído no decorrer dos outros níveis e o solicitado em uma situação específica.

Conforme mencionado acima, considerou-se que o EST alcançou o objetivo de aprendizagem proposto para esta categoria, se consegue explicar de forma razoável o que acontece com o uso de chapinhas, secadores e coloração do cabelo, possuindo como critério a utilização de termos químicos. Embora não se tenha especificado os termos de química a serem utilizados pelos estudantes para não influir nas respostas, esperava-se que utilizassem os termos abordados dentro da oficina temática “*Proteínas*”, como: proteína, queratina, estrutura das proteínas e desnaturação. Além disso, considera-se que o EST atingiu o objetivo de aprendizagem se conseguiu avaliar o que ocorre com a proteína presente no cabelo provocado pela mudança do pH e da temperatura.

Os resultados obtidos foram que 4 EST alcançaram o objetivo, ao referir que:

EST5: “*As chapinhas, secadores e coloração, desnatura a proteína, a queratina vai perder a sua forma tridimensional e vai perder sua função biológica*”.

EST6: “*As mudanças de temperatura e pH, desnaturam a proteína queratina do cabelo, assim quebrando suas ligações, mudando sua forma e perdendo sua função*” (sic).

EST7: “*O cabelo possui queratina, e com o uso de chapinhas e secadores a estrutura muda pela mudança da temperatura, com o uso de coloração a estrutura também muda pela mudança do pH, fazendo com que a proteína perda sua função (desnaturação)*”.

Os outros 8 EST não alcançaram o objetivo por não utilizar o critério estabelecido, o qual era a utilização de termos químicos ou avaliar somente uma variável (temperatura ou pH) para explicar o que acontece no cabelo. Alguns exemplos das respostas fornecidas pelos EST que não alcançaram o objetivo de aprendizagem, são:

EST3: “*O calor excessivo faz com que a proteína perda sua função*”.

EST4: “*Com o uso excessivo de produtos químicos o cabelo quebra*”.

EST11: *“A proteína é quebrada”*.

Por último, analisou-se a categoria *Criar* correspondente ao último nível da Taxonomia de Bloom revisada, o qual implica no ato de juntar elementos para formar um todo coerente e funcional, integrando e combinando ideias num produto, plano ou proposta nova (GALHARDI e AZEVEDO, 2013). Para esse fim, solicitou-se que os EST elaborassem um texto que apresentasse uma dieta nutricional com objetivos específicos, tais como, proporcionar altos níveis de energia para fazer suas atividades, evitar o aumento de peso, gerar uma recuperação muscular adequada após o exercício, evitando o aumento de massa muscular.

Considerou-se que o EST alcançou o objetivo de aprendizagem, se: elaborou um texto que apresenta uma dieta nutricional, levou em consideração os objetivos específicos mencionados anteriormente e classificou os alimentos escolhidos na ordem de importância para alcançar os objetivos da dieta.

Somente 3 EST alcançaram o objetivo de aprendizagem considerado, visto que, cumpriram com os requisitos solicitados para elaborar a dieta. Como apresentado no exemplo a seguir:

Ricardo precisa de carboidratos em sua dieta para ganhar a energia que precisa para fazer suas atividades, por exemplo: aveia, pão, frutas, batatas, entre outros. Porém, precisa controlar a quantidade de carboidratos para não aumentar seu peso. Para sua recuperação muscular, ele precisa de proteínas, por exemplo: fígado, frango, peixe, ovo, leite, entre outros. Ele deve evitar o consumo de alguns lipídeos para não aumentar seu peso, por exemplo: maionese, margarina, óleo e frituras (EST7).

Os outros EST não elaboraram um texto, apenas mencionaram alimentos. Não levaram em consideração os objetivos da dieta e assim não classificaram os alimentos segundo ordem de importância ou não responderam à questão (EST10). Algumas respostas dos EST que não alcançaram o objetivo de aprendizagem foram:

EST4: *“Acrésceteria, em sua dieta pão, carnes, leguminosas, ovos e leite pois apresentam carboidratos e proteínas, evitaria o consumo de gorduras”*.

EST9: *“Que Ricardo tenha uma dieta equilibrada, se mantendo focado no esporte, contudo deve também cuidar sua alimentação com moderação, para manter seu peso e massa muscular constante”*.

A partir do exposto acima, os resultados para cada EST são apresentados no Quadro 44, onde está realçado com azul os EST que alcançaram o objetivo de aprendizagem.

Quadro 44 - Resultados obtidos com aplicação do questionário final.

EST	NÍVEIS E CATEGORIAS					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Fonte: Autores.

Conforme os resultados apresentados, os 12 EST alcançaram as habilidades de pensamento correspondentes à ordem inferior, que segundo o mencionado por Churches (2009) estão relacionadas a aspectos como lembrar e entender uma determinada informação, adquirindo conhecimentos de forma mecânica o qual de acordo com Soares (2009, p. 54) “é inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aluno, mas posteriormente ela se transformará em significativo”.

Essa transformação mencionada por Soares (2009), verificou-se nos 12 EST com a avaliação das respostas correspondes à categoria aplicar (nível 3), pois utilizaram os conhecimentos construídos no percorrer dos níveis 1 e 2 em situações específicas, o que acontece principalmente quando a aprendizagem é substantiva e não literal, adquirindo habilidades cognitivas de ordem superior que iniciam nesta categoria (ordem média). Para isso, é necessário um trabalho cooperativo entre estudantes e professor, por meio de atividades que desenvolvam habilidades complexas, identificando erros a serem corrigidos (GALANTE, 2015).

Embora todos os participantes da pesquisa tenham chegado ao nível 3 (ordem médio) apresentando indícios de aprendizagem significativa, verificou-se dificuldades nos EST em alcançar os últimos níveis da Taxonomia de Bloom revisada (ordem superior), pois para isto precisam da construção de um conhecimento mais complexo,

a partir de *subsunções* precisos, fundamentados e substanciais, que permitam o raciocínio do EST em diferentes situações.

Isto se justifica porque apenas 6 EST alcançaram uma aprendizagem significativa em um nível maior, construíram um conhecimento mais complexo e fortaleceram habilidades cognitivas correspondentes ao nível 4. Número, que diminui no nível 5, visto que 4 EST atribuíram um significado a seu conhecimento e expuseram a organização do conhecimento construído em sua estrutura cognitiva com a análise de situações. Somente 3 EST participantes do projeto conseguiram chegar ao último nível da Taxonomia de Bloom revisada (nível 6), onde os resultados da aprendizagem e da construção do conhecimento de forma significativa são contribuições de todas as demais categorias.

Destaca-se que só o EST7 percorreu diferentes níveis e categorias para favorecer sua aprendizagem significativa e habilidades de ordem superior, os outros 2 EST (EST2 e EST11) embora tenham chegado ao último nível apresentaram dificuldades conceituais nos níveis 4 e 5 que obstaculizaram alcançar o objetivo de aprendizagem nas correspondentes categorias.

Por último, dentro desta etapa perguntou-se aos EST sua opinião sobre as intervenções aplicadas e as dificuldades que tiveram no desenvolvimento da proposta. Suas respostas foram analisadas, e algumas delas estão apresentadas a seguir.

EST2: *“Aprendi todo o proposto, gostei de ter trabalhado e aprendido”*.

EST7: *“Achei interessante o projeto, pois aprendi a importância de carboidratos, proteínas e lipídeos, também mostrar para outras pessoas tudo o que aprendemos, pois assim, podemos cuidar mais da nossa saúde. Adorei os experimentos, assim aprendemos mais”*.

EST9: *“Aprendi o importante e interessante que é estudar bioquímica, as atividades foram muito boas e foi bem bom a forma de ensino aplicada”*.

EST12: *“Achei ótima todas as aulas e eu acho que seria melhor ter mais aulas de bioquímica, minhas dificuldades foram o entendimento de alguns temas por minha falta de atenção”*.

Com as respostas dos EST, acredita-se que eles gostaram das atividades que auxiliariam a construção do conhecimento em cada oficina temática, além de reconhecerem a importância de abordar conteúdos, que por diferentes motivos, não são ensinados nas escolas e que podem ser articulados a outros conhecimentos científicos.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa descrita neste trabalho, intitulada “*Bioquímica na Escola*”: uma proposta didática para a aprendizagem significativa”, foi impulsionada pelo seguinte problema: **Como a implementação de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, pode favorecer a aprendizagem significativa da Bioquímica Orgânica no ensino médio?** A fim de promover a articulação entre pesquisa, formação inicial de professores e escola, com o intuito de favorecer a aprendizagem significativa e melhorar os processos de ensino em sala de aula.

Por esta razão, dentro desta pesquisa trabalhou-se de forma cooperativa com os professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Maria, na construção e aplicação da sequência didática “*Bioquímica na Escola*” como uma proposta didática. Proporcionando uma experiência para os professores em formação inicial, que segundo Santos (2007) pode abrir uma nova perspectiva para o seu trabalho, por envolver-se com novas propostas e refletir sobre suas concepções relacionadas ao processo de ensino e de aprendizagem.

Por tanto, com os resultados obtidos acredita-se que o trabalho desenvolvido, contribuiu no fortalecimento dos conhecimentos pedagógicos e didáticos dos professores em formação inicial, como evidenciamos em:

- A construção de sequências didáticas com metodologias de ensino, planejadas e organizadas dentro da sequência didática por meio dos Três Momentos Pedagógicos, levando em consideração, critérios como: objetivos de aprendizagem, tempo, espaço, materiais e avaliação de aprendizagem.

- A aplicação da sequência didática em sala de aula de forma ativa, permitindo o contato com a prática, a construção de concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem e a reflexão sobre o mesmo processo.

- A evolução do modelo pedagógico dos professores em formação inicial durante a proposta, o que permitiu que a SD elaborada e aplicada fosse guiada por um modelo epistemológico construtivista, caracterizado pelo uso dos conhecimentos prévios, pela participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e pela orientação dos professores nessa construção.

Considerando o objetivo geral desta pesquisa, que é: **favorecer a aprendizagem significativa de bioquímica orgânica, por meio de uma sequência didática elaborada por professores em formação inicial, para estudantes da 3ª série do ensino médio**, verificou-se que o planejamento de diferentes metodologias de ensino contribuíram tanto no processo de ensino de conteúdos de química de forma teórica, prática e contextualizada, como: carboidratos, proteínas e lipídeos, quanto na aprendizagem dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio, além de reforçar as habilidades cognitivas que favoreceram o estudante na construção e significado do seu conhecimento.

Os resultados obtidos e descritos nesta pesquisa, nos permitem dizer que a aprendizagem significativa de bioquímica orgânica foi favorecida com a implementação da SD "*Bioquímica na escola*", visto que os estudantes:

- Fortaleceram habilidades cognitivas correspondente a diferentes níveis e categorias propostas na Taxonomia de Bloom revisada, que permitiram a construção do conhecimento de forma indutiva e coerente com a estrutura cognitiva do estudante e dos conteúdos de ensino propostos.

- Utilizaram os conhecimentos construídos e orientados pelos professores em formação inicial e pesquisadora no desenvolvimento das atividades propostas dentro da sequência didática.

- Apresentaram indícios de aprendizagem significativa após os estudos teóricos e práticos dos conteúdos abordados nas oficinas temáticas com aplicação do questionário a posteriori.

- Manifestaram por meio do questionário final baseado nos objetivos de aprendizagem da Taxonomia de Bloom revisada, a construção do conhecimento de bioquímica orgânica de forma geral, indícios de aprendizagem significativa e o fortalecimento de habilidades cognitivas, especificamente habilidades cognitivas correspondentes aos níveis médios e superiores, atribuindo significados aos conhecimentos construídos nos níveis de ordem inferior.

Destaca-se a importância de conhecer os conhecimentos prévios ou *subsunçores* dos estudantes, para aplicar um novo material didático e construir um novo conhecimento, já que estes podem auxiliar ou obstaculizar o processo de ensino-aprendizagem. Nesta pesquisa, observou-se a falta dos *subsunçores* referentes às funções orgânicas presentes nas diferentes macromoléculas, portanto foram elaborados e aplicados organizadores prévios para fornecer as *ideias ancoras* e



auxiliar a aprendizagem dos estudantes. No entanto, ainda com a aplicação dos organizadores prévios apresentaram-se algumas dificuldades no entendimento do tema para alguns estudantes, as quais poderiam ter sido maiores ou resultarem em concepções alternativas, bem como, aprendizagens significativas errôneas, caso não tivesse sido identificadas as ideias prévias antes da aplicação da proposta.

Conclui-se que a aprendizagem significativa é um objetivo que pode ser alcançado na educação, mediante a aproximação de espaços, como a formação inicial de professores, escola e pesquisa, trabalhando de forma cooperativa, ativa e reflexiva, propondo mudanças educativas a partir do planejamento de metodologias de ensino que melhorem os processos de ensino-aprendizagem. Por esta razão, esperamos que esta pesquisa possa contribuir para a área de ensino de Ciências com o uso da SD *“Bioquímica na escola”* elaborada nesta pesquisa e para a qualificação de professores, tanto em formação inicial quanto continuada, na construção e aplicação de diferentes metodologias didáticas, resultando novas pesquisas no ensino.

Por último, ressalta-se os trabalhos produto desta pesquisa que contribuíram no ensino:

- *“Aprendizagem significativa: Uma análise das concepções de um grupo de professores em formação inicial”* apresentado durante a 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, no mês de junho de 2016 em Goiânia – GO.

- *“Carboidratos: proposta didática para a aprendizagem de Química”* apresentado durante o 36º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, no mês de outubro de 2016 em Pelotas – RS.

- *“A construção de objetivos de aprendizagem no ensino de Química utilizando a Taxonomia de Bloom”* minicurso apresentado durante o 36º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, no mês de outubro de 2016 em Pelotas – RS.

- *“Concepções alternativas dos professores em formação inicial sobre o processo de ensino-aprendizagem”* apresentado durante a XXXI Jornada Acadêmica Integrada – UFSM, no mês de outubro de 2016 em Santa Maria – RS.

- *“Aprendizagem significativa: concepções na formação inicial de professores de ciências”* artigo submetido em julho de 2016 na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC Nº 40, de 21 de março de 2001. Dispõe sobre a declaração de nutrientes para a Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. **Hidrolabor**. 2001. Disponível em: < <http://www.hidrolabor.com.br/RDC40.pdf>>. Acesso em 30 de jun. 2016.

ALMEIDA, V. V. de.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 34 – 40, fev. 2013.

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.; AIRASIAN, P.; CRUIKSHANK, K.A.; MAYER, R.E.; PINTRICH, P.; RATHS, J.; WITTROCK, M.C. A taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom`s Taxonomy of Educational Objectives. **Revista Educational HORIZONS**, New York, v.83, n.3, p. 154 – 159, 2001.

ANDRADE, F. M. L. de.; MASSABNI, G. V. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Revista Ciência & Educação**. Bauru – SP, v. 17, n. 4, p. 835 – 854, 2011.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

AUDESIRK, T.; AUDESIRK, G.; BYERS, B. E. **Biología**: La vida en la Tierra. 6. ed. México: Editora Pearson Educación de México. S.A. 2004.

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa**: un punto de vista cognoscitivo. 1. Ed. México – DF: Trillas S. A. 1978.

AYALA, R.; MESSING, H.; LABBÉ, C.; OBANDO, I.N. Congruencia entre el Diseño Curricular y la Evaluación de los Aprendizajes Esperados en Cátedras Impartidas en una Universidad Chilena. **Revista Estudios Pedagógicos**, Chile, v. 36, n.1, p. 53 – 67, 2010.

AYYILDIZA, Y.; TARHAN, L. Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids. **Revista Chemistry Education Research and Practice**, v. 14, p. 408 – 420, 2013.

BAILEY, P.S.; BAILEY, C. A. **Química Orgánica: Conceptos y Aplicaciones**. 5. ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S. A, 1998.

BARREIROS, A. L. B. S.; BARREIROS, M. L. **Química de Biomoléculas**: apostila. São Cristóvão/SE: Universidade Federal de Sergipe, 2012. 33 p.

BARRIENTOS, L. Z. **Zoología General**. 1. ed. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 2003.

BARRIGA, F. D.; HERNÁNDEZ, A. G. **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo**. México: McGraw, 1999.

BATINGA, V. T. S.; ALMEIDA, M. A. V. de.; CAMPOS, A. F. Concepções de professores de Química do ensino médio sobre a resolução de situações-problema. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte – MG, v. 5, p. 25 – 37, 2005.

BENEDETTI, F. E.; FLORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. S.; CRAVEIRO, J. A. Palavras cruzadas como recurso didático no ensino da Teoria Atômica. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, v. 31, n. 2, p. 88 – 95, maio. 2009.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADDAUS, G. F. **Evaluación del aprendizaje**. 1. ed. Buenos Aires – Argentina: Troquel S. A, 1975.

BORGES, C. M.; CHACHÁ, S. G. F.; QUINTANA, S. M.; FREITAS, L. C. C.; RODRIGUES, M. L. V. Aprendizado baseado em problemas. **Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**. São Paulo – SP, v. 47, n. 3, p. 301 – 307. 2014.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista EIXO**: Brasília – DF, v.1, n. 1, p. 63 - 69, jan-jun, 2012.

BRAIBANTE, M. E. F.; MACHADO, W. E. A influência do PIBID na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n.4, p. 167 – 172, 2012.

BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002a.

\_\_\_\_\_. Ministério da educação conselho nacional de educação. Parecer CNE/CP nº 9, de 8 de maio de 2001. Dispõe sobre as diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jan. 2002b, Seção 1, p. 31.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério de Educação. Fundação CAPES. **PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**. Brasília, 2008.

- BRUNO, A. N. **Biotecnologia I: Princípios e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BUSCH, M.; RODRÍGUEZ, M.C.; AMBAS, A.J.; DADON, J.R. **Los seres vivos: características, origen y evolución**. 1. ed. Buenos Aires. Argentina: Aula Taller, 2010.
- CARDENAS, F. A. S. Dificultades de aprendizaje em Química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. **Revista Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 333 – 346, 2006.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química. **Revista Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 401 – 404, 1999.
- CARVALHO, M. F. N.; PEREIRA, V. C. FERREIRA, S. P. A. **A (des) motivação da aprendizagem dos alunos de escola pública do ensino fundamental I: Quais os fatores envolvidos?** 2007. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2007.
- CASTILLO, A.; RAMIREZ, M.; GONZALEZ, M. El Aprendizaje Significativo de la Química: Condiciones para lograrlo. **Revista Omnia**, Venezuela, v. 19, n.2, p. 11–24, 2013.
- CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 5.ed. Ijuí: Unijui, 2010.
- CHASSOT, A.; VENQUIARUTO, D. L.; DALLAGO, M. R. De olho nos rótulos: compreendendo a unidade de caloría. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, n. 21, p. 10 – 13, maio. 2005.
- CHATEAU, J. **O jogo e a criança**. Guido de Almeida, São Paulo: Summus, 1984.
- CHURCHES, A. Bloom's Digital Taxonomy. **Educational Origami**. 2009.
- COELHO, de F. M. R.; VIANA, V. da C. M. A utilização de filmes em sala de aula: um breve estudo no instituto de Ciências exatas e biológicas da UFOP. **Revista da Educação Matemática da UFOP**. Ouro Preto – MG, v. 1, p. 89 – 97, 2011.
- COOPER, G. M.; HAUSMAN, R. **A Célula**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2007.
- CORRÊA, M. L. V. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. **Revista e-escrita**, v. 1, n. 2, ago. 2010.
- CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo – SP, v. 34, n. 2, p. 92 – 98, maio. 2012.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Artmed S.A, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. A construção de um processo didático – pedagógico dialógico: Aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte – MG, v. 14, n. 3, p. 199 – 215, set/dez. 2012.

DERGAL, S. B. **Química de los alimentos**. 4. ed. México: Pearson Educación de México S.A. 2006.

DILLMAN, C. M.; RAHMLow, H. F. **Como redactar objetivos de instrucción**. 1. ed. México: Trillas, S.A. 1976.

DONNA, R. S. **Biologia para leigos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books. 2010.

FACIN, C. E. Reflexões sobre os modelos epistemológicos e pedagógicos de um grupo de educadores. **Revista Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 6, n. 1, p. 99 – 110, 2015.

FAGUNDES, L.A. **Guia de alimentação natural**. Brasil: AGE LTDA, 2003.

FREITAS, R. A. M. da M. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. **Revista Educação e Pesquisa**. São Paulo – SP, v. 38, n. 2, p. 403 – 418, abr./jun. 2012.

GAIA, A. M.; ZAMBOM, D. M.; AKAHOSHI, L. H. MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. Aprendizagem de conceitos químicos e desenvolvimento de atitudes cidadãos: o uso de oficinas temáticas para alunos do ensino médio. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba/PR. **Anais eletrônicos do XIV ENEQ**. Curitiba/PR, 2008.

GALANTE, L. **Taxonomía de Bloom y Clase Invertida**. 2015. Disponível em <<http://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/infografia-taxonomia-de-bloom-y-clase-invertida> > Acesso em: 28 out. 2015.

GALHARDI, A. C.; AZEVEDO, M. M. de. Avaliações de aprendizagem: o uso da taxonomia de Bloom. In: VIII Workshop de pós-graduação e pesquisa do centro Paula Souza. 2013. São Paulo. **Anais** do VIII Workshop de pós-graduação e pesquisa do centro Paula Souza, São Paulo – SP. 2013.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P.; LINDEMANN, R. H.; DUARTE P. F. F. Histórias de alunos sobre ser professor de Química: descortinando a ação pedagógica docente. In: V Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2005, Bauru – SP. **Anais eletrônicos do V ENPEC**. Bauru – SP. 2005.

GANDIN, D.; CARRILHO, C. H. C. **Planejamento na sala de aula**. 6. ed. Petrópolis – RJ: Vozes, 2006.

GARCIA, P.A. **Fundamentos de nutrición**. 1. ed. San José. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 1983.

GARRIDO, P.A.; TEIJÓN, R.J.M.; BLANCO, G.D.; VILLAVERDE, G.C.; MENDOZA, O.C.; RAMIREZ, R.J. **Fundamentos de bioquímica estructural**. 5. ed. Madrid: Tébar S.L, 2006.

GATTI, B. A.; TARTUCE, G. L. B. P.; NUNES, M. M. R.; ALMEIDA, P. C. A. de. **A atratividade de carreira docente no Brasil**. Estudos e pesquisas educacionais: Fundação Victor Civita. São Paulo – SP, 2009.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1 – 22. 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre – RS: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas S. A. 2002.

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

GIL, P. D. Tres Paradigmas Básicos en la Enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 1, n.1, p. 26 - 33, 1983.

GIL, P. D. ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? **Revista enseñanza de las ciencias**, v. 9, n. 1, pág. 69 -77. 1991.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo – SP, n. 10, p. 43 – 49, nov. 1999.

GOULART, M. I. M. **Psicologia da Aprendizagem**. 1. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal Minas Gerais, 2010.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2012, São Paulo/SP. **Anais** eletrônicos do VIII ENPEC. São Paulo/SP, 2012.

GUTIÉRREZ, C. L.; PÉREZ, L. C. El espacio como elemento facilitador del aprendizaje. Una experiencia en la formación inicial del profesorado. **Revista Pulso**, v. 25, p. 133 – 146, 2002.

HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. **Bioquímica Ilustrada**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed LTDA, 2011.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163 – 165, dez. 1997/jan. 1998.

HYPOLITTO, D. Formação docente em tempos de mudança. **Revista Integração**, São Paulo, v. 14, N. 56, p. 91 – 95, 2009.

JUNIOR, W. E. F. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo – SP, n. 29, p. 8 – 13, ago. 2008.

KISIL, A. M. **Verificação do conteúdo de disciplinas de Bioquímica por análise e classificação de questões de provas**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. **Revista Perspectiva**. Florianópolis – SC, n. 22, p. 105 – 128. 1994.

KLEIN, S. G.; VIEIRA, V. V.; DURAND, Â. M.; SULZBACH, A. C.; REIS, M. T.; BRAIBANTE, M. E. F.; BORIN, M. K. de O.; SILVA, A. V. Atividades Experimentais Envolvendo Densidade e Solubilidade. In: 33º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2013, Ijuí/RS. **Anais eletrônicos do 33º EDEQ**, Ijuí/RS, 2013.

KRAISIG, A. R. **A temática “cores” no ensino de Química**. 2016. 204 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

LEAL, C. M. **Porco + feijão + couve = feijoada? A Bioquímica e seu ensino na educação**. Belo Horizonte: Dimensão, 2012.

LEANDRO, J. J. **Queijos: Uma introdução**. 3. ed. São Paulo – SP: Editora Biblioteca 24 horas, 2013.

LEMOS, S. E. (Re) situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, p. 38 – 51, 2005.

LEÓN, P. C. de.; GONZÁLEZ, G. T.; ESTRADA, F. J. P. Análisis de Obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. **Revista Investigación en la escuela**, n. 73, p. 5 – 26, 2011.

LOPEZ, G. J. C. La Taxonomía de Bloom y sus Actualizaciones. **Revista Digital EDUTEKA**, Colombia, p. 1-7. 2014. Disponível em: <<http://www.eduteka.org/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

LOZANO, O. R.; SOLBES, J. **85 Experimentos de física cotidiana**. Barcelona: Editora GRAÓ, 2014.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

LUNA, S. V. de. **Planejamento de Pesquisa: Uma introdução**. 2. ed. São Paulo: Editora EDUC, 2011.



MACFADDIN, J. M. **Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica**. Buenos Aires: Editora Médica Panamericana S.A, 2003

MAIS EQUILÍBRIO. **A importância das proteínas na dieta**. 2009. Disponível em: <<http://www.maisequilibrio.com.br/nutricao/a-importancia-das-proteinas-na-dieta-2-1-1-340.html>>. Acesso em: 1 nov. 2015.

MARCHETI, F. A. P. C.; VAIRO, B. R. Taxonomia de Bloom: Revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Revista Gestão & Produção**. São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421–431. 2010.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67 – 77, 2008

MAROQUIO, V. S.; PAIVA, V. M. A.; FONSECA, de O. C. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. In: X ENCONTRO CAPIXABA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2015, Vitória/ES. **Anais** eletrônicos do X ECEM. Vitória/ES, 2015.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998.

MELO, V.; CUAMATZI, O. **Bioquímica de los procesos metabólicos**. 2. ed. México: Reverte S.A, 2007.

MENDEZ, Z. **Aprendizaje y Cognición**. 1. ed. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. 1993.

MIRA, M. M.; WITHERS, W. S.; GUIDINI, F. Ser professor? Não, obrigado! Reflexões sobre a escolha profissional dos estudantes do ensino médio. In: VIII Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sul - Anped Sul, 2010, Londrina. **Anais** do VIII Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sul - Anped Sul, 2010.

MIRANDA, A. C. G. **Temas geradores através de uma abordagem temática freireana como estratégia para o ensino de química e biologia**. 2015. 167 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191 – 211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em ensino: Aspectos Metodológicos**: apostila. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, 2003. 38p.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem Significativa: Da Visão Clássica à Visão Crítica. In: I ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2005, Campo Grande/MS. **Anais** eletrônicos do I ENAS, Campo Grande/MS, 2005.

\_\_\_\_\_. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. 1. ed. Porto Alegre, 2009.

\_\_\_\_\_. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA, 2011.

\_\_\_\_\_. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**. Chile, v.7, n.2, p. 23-30, 2012.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativa**. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013, 87p.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. **Acta del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España, p. 19 – 44, 1997.

MOREIRA, M. A.; SALZANO, E.; COLABORADORES. **Aprendizagem Significativa, Condições para ocorrências, e lacunas que levam a comprometimentos**. 1. ed. São Paulo: Psico – pedagógica LTDA, 2008.

MOURA, N. G. de.; CHAVES, N. S. Visões e virtudes pedagógicas do ensino experimental da Química. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis/SC. **Anais** eletrônicos do VII ENPEC. Florianópolis/SC, 2009.

MURRAY, R.K.; BENDER, D.A.; BOTHAM, K.M.; KENNELLY, P.J.; RODWELL, V.W.; WEIL, P.A. **Bioquímica Ilustrada de Harper**. 29. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013.

NAKAMATSU, J. Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. **Revista en Blanco & Negro**, v. 3, n. 2, p. 38 – 46. 2012.

NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2003.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Lenhinger Princípios de Bioquímica**. 4. ed. Brasil: Livros médicos LTDA, 2006.

NEVES, P. A.; GUIMARÃES, C. P. I.; MERÇON, F. Interpretação de rótulos de alimentos no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, v. 31, n. 1, p. 34 – 39, fev. 2008.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – NEPA. **Tabela Brasileira de composição de alimentos (TACO)**. 1. ed. Campinas: Flamboyant Ltda., 2004.

NUNES, M. I. de M. **Mídia na educação**. 2014. 26 f. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas interdisciplinares) –Universidade Estadual da Paraíba, Monteiro – PB. 2014.

O ÓLEO de Lorenzo. Direção de George Miller. Estados Unidos. 1992. 135 min.

OBAYA, V.A.; PONCE, P.R. La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. **Revista Contatos** 63, p. 19 – 25. 2007.

OLIVERI, R.; THIERER, J. **Insuficiencia Cardíaca**. Buenos Aires. Argentina: Medica Panamericana S.A, 1999.

OLIVEIRA, A. M. C. de. **A Química no ensino médio e a contextualização: a fabricação do sabão como tema gerador de ensino aprendizagem**. 2015. 120p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e da Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

OLIVEIRA, F. V. de. **Aromas: contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar**. 2014. 139 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139 – 153, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, M. A. R.; GHEDIN, E.; SILVA, F. M. C.; MENEZES, G. A. Formação Inicial de Professores da Educação Básica no Brasil: Trajetória e Perspectivas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.12, n. 37, p. 997 – 1026, 2012.

OLIVEIRA, W. M. de. **Uma abordagem sobre o papel do professor no processo de ensino/aprendizagem**; 2006; 12 f. Monografia; (Especialização em Língua, linguagem e ensino) - Universidade San Carlos, São Paulo, 2006.

PANDIT, K. N. **Introdução às Ciências Farmacêuticas**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PASQUETTI, R.; BRUN, M. D. **As concepções epistemológicas e os modelos pedagógicos que orientam as práticas dos docentes dos docentes de PROEJA do IFRS – Campus Bento Gonçalves**. 2009. 37p. Especialização – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico**. 2012. 177 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo – SP, v. 36, n. 4, p. 289 – 296, nov. 2014a.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O Estudo de Caso como Estratégia Metodológica para o Ensino de Química No Nível Médio. **Revista Ciências & ideias**, v.5, n..2, p. 1- 18. 2014b.

PEÑA, D.A.; ARROYO, B.A.; GÓMEZ, P.A.; TAPIA, I. R. **Bioquímica**. México, D.F: Limusa S.A, 2004.

PEREIRA, R. L.; SILVA. B. C. Como utilizar o cinema em sala de aula? Notas a respeito das prescrições para o ensino de História. **Revista Espaço Pedagógico**. Passo Fundo – RS, v. 21, n. 2, p. 318 – 335, jul./dez. 2014.

PERETTI, L.; TONIN, da C. G. M. Sequência didática na Matemáticas. **Revista de Educação do IDEAU**. Alto Uruguai – RS, v.8, n.17, p. 1 – 14. 2013.

PRATT, C. W.; CORNELLY, K. **Bioquímica**. 2. ed. México: El Manual Moderno S.A, 2012.

PRIMO, Y. E. **Química orgánica: básica y aplicada**. 3. ed. Barcelona: Reverte S.A, 2007.

QUINTINO, A. N. **Os concursos vestibulares estaduais paulistas e o ensino de química no nível médio**. 2010. 156 f. Tese (Doutorado Físico-química) –Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RADAELLI, P.; IRALA, C.; DUARTE, D.; COUTINHO, J.; FERNANDEZ, P. **Educação nutricional para alunos do ensino fundamental**; polígrafo didático, Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

RAMOS, T.B.; BRAIBANTE, M. E. F.; VIEIRA, V. V.; KLEIN, S. G. Bingo da Atmosfera: Um jogo didático para o Ensino de Química. In: 35º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2015, Porto Alegre/RS. **Anais** eletrônicos do 35º EDEQ, Porto Alegre/RS. 2015. p. 736-741.

RATIER, R.; SALLA, F. Escolha de Poucos. **Revista Nova Escola**. São Paulo: Ed. Abril, p. 4 – 17. 2010.

REIS, M. T.; SULZBACH, A. C.; DURAND, A. M.; SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; BORIN, M. K. O.; KLEIN, S. G.; VIEIRA, V. V. “Será que há Química no Chocolate” Uma oficina desenvolvida pelo PIBID-Química-UFSM. In: 32º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Porto Alegre/RS. **Anais** electrónico do 32º EDEQ, Porto Alegre/RS, 2012. p. 1272-1279.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

RISSOLI, V. R. V. **Uma proposta metodológica de acompanhamento personalizado para aprendizagem significativa apoiada por um assistente virtual de ensino inteligente**. 2007. 237 p. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

- ROCHA, T. R. **Construção do conhecimento químico através do esporte**. 2014. 213 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.
- RODES, J.; PIQUE, J.M.; TRILLA, A. **Libro de la salud del hospital clínico de Barcelona y de la Fundación BBVA**. España: Nerea, S.A, 2007.
- RODRIGUEZ, P. L.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO, S. M. C.; GRECA, I. M.; **La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva**. 1. ed. Barcelona: Octaedro, 2010.
- RODRIGUEZ, P. M. L.; CABALLERO, S. C.; MOREIRA, M. A. Aprendizaje Significativo y Formación del Profesorado. **Revista Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 58 – 83, 2011.
- ROJAS, A. N. H. **Algunas consideraciones técnicas sobre la construcción de ítems de pruebas objetivas según la clasificación de objetivos de Bloom**. Bogotá. D.C. (2003).
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731 – 739, maio./jun. 2007.
- SADAVA, D.; HELLER, H.C.; ORIAN, G.H; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. **Vida a Ciência da Biologia: Célula e Hereditariedade**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SANCHEZ, M. M.; SANCHEZ, M. T. M.; PINTO, G. Reactivo de Lugol: Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas. **Revista Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 31 – 36, jan. 2013.
- SANTAELLA, C. M. Conocimiento Didáctico General para el Diseño y Desarrollo de Experiencias de Aprendizaje Significativo en la Formación del Profesorado. Profesorado. **Revista de Currículum y formación del profesorado**, España, v.16, n.2, p. 469 – 500. 2012.
- SANTOS, A. P. B.; MICHEL, R. C. Vamos jogar SueQuímica? **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, v. 31, n. 3, p. 179 – 183, ago. 2009.
- SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1 – 12. 2007.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Revista Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28 – 34, 1996.
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40, p. 143 – 155, jan./abr. 2009.

SCHROCK, K. SAMR and Bloom's. **Kathy Schrock's Guide to Everything**. United States. 2013. Disponível em: <<http://www.schrockguide.net/samr.html>>. Acesso em: 6 maio. 2016.

SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Estudos de casos: como redigir, como aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SILVA, A. P. R. da.; DAVI, N. T. O recurso cinematográfico como ferramenta em sala de aula. **Revista Cadernos da FUCAMP**. Monte Carmelo – MG, v. 11, n. 14, p. 23 – 36. 2012.

SILVA, J. R. R. T. da.; AMARAL, E. R. do. Concepções sobre substância: relações entre contextos de origem e possíveis atribuições de sentidos. **Revista Nova na Escola**. São Paulo – SP, v. 38, n. 1, p. 70 – 78, 2016.

SILVA, L. M. G.; NÚÑEZ, B. I. **O contexto escolar, o cotidiano e outros contextos**. Instrumentação para o Ensino de Química II, 1. ed. Natal, 2007.

SILVA, M. G. L. da.; NÚÑEZ, B. I. **O contexto escolar, o cotidiano e outros contextos**: apostila. Natal – RS: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SILVA, S. F. da.; NÚÑEZ, B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico – metodológicas. **Revista Química Nova**. São Paulo – SP, v. 25, n. 6, p. 1197 – 1203. 2002.

SOARES, L. H. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica. A temática “cores” no ensino de Química**. 2009. 141 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2009.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de Química**. Goiânia: Kelps. 2013.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos de termoquímica. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, n. 23, p. 27 – 31, maio. 2006.

SOUZA, da C. F. S. M.; LIMA, C. K.; MIRANDA, F. H.; CAVALCANTI, D. I. F. Utilização da informação nutricional de rótulos por consumidores de Natal – Brasil. **Revista Panam Salud Publica**, v. 29, n. 5, p. 337 – 343, 2011.

SOUZA, H. Y. S.; SILVA, C. K. O. Dados orgânicos: um jogo didático no ensino de Química. **Revista HOLOS**, v. 3, n. 28, p. 107 – 121. 2012.

SOUZA, M. G.; CONCEIÇÃO, L. A. M.; GONÇALVES, J. Bingo didático como recurso no ensino-aprendizagem de funções orgânicas na escola centro de ensino colares Moreira em Codó – MA. In: 56º Congresso Brasileiro de Química. 2016. Belém – Para. **Anais do 56º Congresso Brasileiro de Química**. 2016. Belém – Para.

STORGATTO, G. A. **A “Química na odontologia” contribuições para o ensino.** 2016. 232 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

SUBSTÂNCIAS orgânicas: proteínas I. Programa Me Salva! 2013. (7min), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uvKpehvPfgk>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

SULZBACH, A. C.; VIEIRA, V. V.; BRAIBANTE, M. E. F; DURAND, Â. M.; REIS, M. T. Investigação da adulteração do leite e sua composição química, através de oficina temática. In: 34º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2014, Santa Cruz do Sul/RS. **Anais** eletrônico do 34º EDEQ, Santa Cruz do Sul/RS, 2014. p. 500 - 507.

TIKKANEN, G.; AKSELA, M. Analysis of Finnish chemistry Matriculation Examination questions according to Cognitive Complexity. **Revista Nordic Studies in Science Education**. Oslo, v. 8, n. 3, p. 258-268, 2012.

TIRONE, F. **Barras de proteína: O que é Barra de Proteína?** 2011. Disponível em <<http://fernandatirone.blogspot.com.br/2011/04/barras-de-proteina-o-que-e-barra-de.html>> Acesso em: 12 sep. 2016.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiología**. 10. ed. Porto Alegre – RS: Artmed S.A, 2012.

VELOSO, R. C. Carboidratos garantem energia e boa alimentação. **Alimentarium, Saúde e Alimentação**. 2009. Disponível em <<http://alimentarium.blogspot.com.br/2009/05/carboidratos-garantem-energia-eboa.html>> Acesso em: 8 dez. 2015.

VIEIRA, da C. F. A. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino.** 2012. 197 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciências) – Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2012.

VINCENT, P. **El Cuerpo Humano**. España: Editora Reverté S.A., 1981.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **A vida em nível molecular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora LTDA, 2014.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, F. A. A contextualização no ensino de Química através do livro didático. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, n. 22, p. 42 – 47, 2005.

WARTHA, E. J. SILVA, E. L. da. BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo – SP, v. 35, n. 2, p. 84 – 91, maio. 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.





**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNOSTICO (2ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE



O seguinte questionário investigativo faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao programa de Pós-graduação em Educação em Ciência: Química da vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Agradecemos sua colaboração ao preencher este instrumento, dado que, desta forma você contribuirá ao desenvolvimento da pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Semestre: \_\_\_\_\_

Gênero: M (\_\_\_) F (\_\_\_)

1. Qual é sua formação escolar?

Ensino fundamental: Escola pública (\_\_\_) Escola particular (\_\_\_)

Ensino Médio: Escola pública (\_\_\_) Escola particular (\_\_\_)

2. Tem outros cursos de educação superior? SIM (\_\_\_) NÃO (\_\_\_) Qual(is)?

\_\_\_\_\_

3. Em que ano foi seu ingresso à Universidade Federal de Santa Maria? \_\_\_\_\_

4. Em que ano ingressou ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Maria? \_\_\_\_\_

5. Por que decidiu ser docente? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Por que decidiu ser docente de ciências? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Qual é o nível de ensino de interesse em atuar? \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (2ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao programa de Pós-graduação em Educação em Ciência: Química da vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Agradecemos sua colaboração ao preencher este instrumento, dado que, desta forma você contribuirá ao desenvolvimento da pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_

1. Para você como futuro docente quais são os objetivos da educação? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Quais considera que serão seus objetivos como docente? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Como você define a aprendizagem? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Dentro de sua formação inicial como docente, já planejou uma aula para ensinar algum conteúdo em uma turma? SIM (\_\_\_) NÃO (\_\_\_).
5. Se sua resposta é sim, que critérios considerou para o planejamento da aula?  
\_\_\_\_\_
6. Você considera que a forma com que você planejou sua aula foi a mesma ensinada na universidade ou você adaptou a forma como seus professores lhe ensinaram na escola? \_\_\_\_\_
7. Você utiliza algum tipo de atividade didática como estratégia para motivar os estudantes e melhorar o processo de ensino–aprendizagem? SIM (\_\_\_) NÃO (\_\_\_).  
Quais? \_\_\_\_\_
8. Com que critérios escolhe e elabora as atividades a aplicar? \_\_\_\_\_
9. Qual você considera que é seu papel como professor no processo de aprendizagem? \_\_\_\_\_
10. Qual você considera que é o papel do aluno nesse processo? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÊNDICE C – ATIVIDADE: “CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM” (2ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**TEMA:**

**OBJETIVOS:**

**CLASSIFIQUE OS OBJETIVOS ELABORADOS UTILIZANDO A TAXONOMIA DE BLOOM:**

**REELABORE OS OBJETIVOS UTILIZANDO A TAXONOMIA DE BLOOM PARA CADA NÍVEL:**

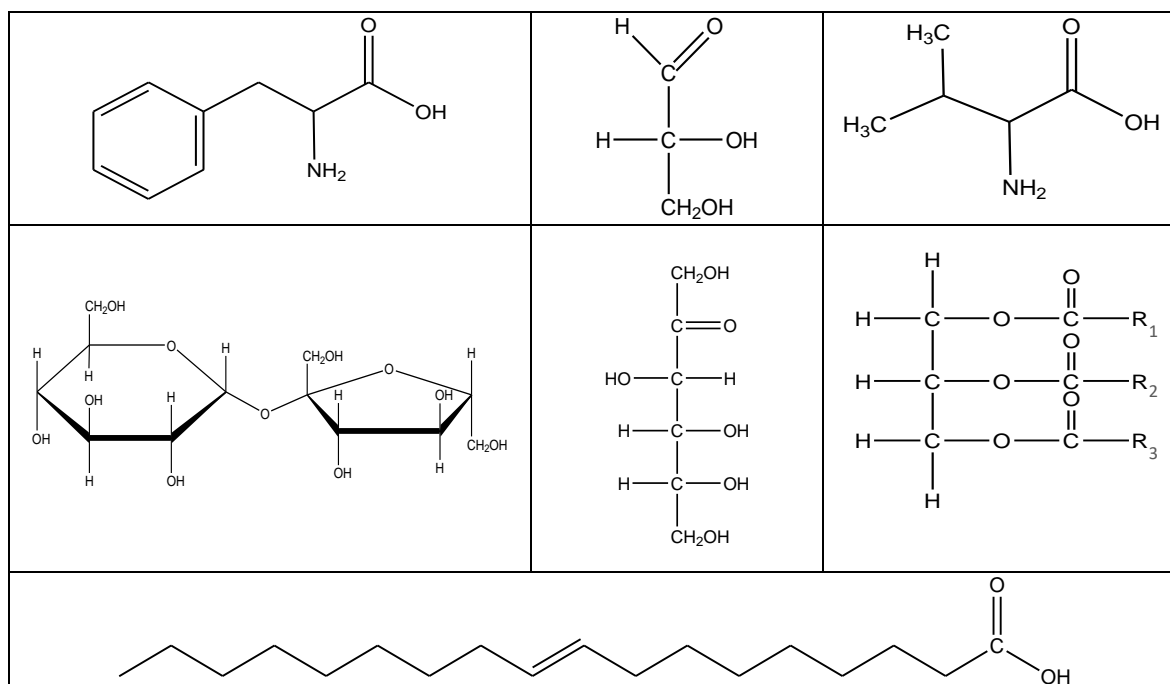
## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS (2ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo identificar suas ideias prévias, como estudante de química licenciatura sobre os temas de bioquímica orgânica.

Nome: \_\_\_\_\_ semestre: \_\_\_\_\_

1. Na escola lhe foi ensinado conteúdos de bioquímica? (\_\_\_) SIM (\_\_\_) NÃO.
2. Você já assistiu aulas de bioquímica na universidade? (\_\_\_) SIM (\_\_\_) NÃO.
3. Identifique nas seguintes estruturas as funções orgânicas presentes (nomeie cada uma).



4. Na sua opinião, do que somos constituídos? \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

5. Assinale a biomolécula que possui em sua estrutura grupos hidroxilas e um grupo carbonila (aldeído ou cetônico), ela compõe a maior parte da matéria orgânica e serve como fontes e armazenamento de energia, intermediários metabólicos, forma parte do arcabouço estrutural do *RNA* e do *DNA* e é elemento estrutural das paredes celulares de bactérias e vegetais.

a) Lipídeos      b) Carboidratos      c) Proteínas      d) Ácidos Nucleicos.

6. (1) \_\_\_\_\_: São polímeros lineares feitos de monômeros denominados (2) \_\_\_\_\_, constituídos pelas funções orgânicas amina e ácido carboxílico, um átomo de hidrogênio e um grupo R diferenciado correspondente a uma cadeia lateral. Ex: *Ala*, *Gly*.

(1) a) Lipídeos      b) Carboidratos      c) Proteínas      d) Ácidos Nucleicos.

(2) a) Aminoácidos      b) Monossacáridos      c) Nucleotídeo      d) Ácidos Graxos.

7. Uma fábrica de embutidos está sendo investigada por ter suspeita da presença de mais amido que carne nos embutidos. Você como estudante de química como identificaria a presença do amido de forma qualitativa? Por quê?

---

---

---

---

---

8. Explique usando termos de Química o que acontece com o cabelo a longo prazo pela utilização de chapinhas, secadores e coloração. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Obrigada por sua colaboração e interesse na pesquisa.*



## APÊNDICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA “BIOQUÍMICA NA ESCOLA”



### BIOQUÍMICA NA ESCOLA

#### AUTORES:

Letícia de Oliveira Ferreira

Letícia Welter

Marina Cardoso Dilelio

Samuel dos santos

Sidnei Flores de Pellegrin

Thanise Beque Ramos

#### MESTRANDA:

Jennifer Alejandra Suarez Silva

#### ORIENTADORA:

Profa. Dra. Mara Elisa Fortes Braibante



SANTA MARIA, RS, BRASIL  
2016



## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	5
<b>1. ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	9
<b>3. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b> .....	10
<b>4. OFICINA TEMÁTICA N.1: CARBOIDRATOS</b> .....	14
4.1. Problematização inicial (PI) .....	15
4.1.1. PI: Mensagem invisível.....	15
4.2. Organização do conhecimento (OC) .....	17
4.2.1. OC: O que são os carboidratos.....	17
4.2.2. OC: Mono, Di ou Polissacarídeos? .....	21
4.2.3. OC: Carboidratos em alimentos.....	22
4.2.4. OC: Que função é? .....	23
4.2.5. OC: Quais são solúveis? .....	24
4.3. Aplicação do conhecimento (AC) .....	26
4.3.1. AC: Débora precisa de ajuda.....	26
<b>5. OFICINA TEMÁTICA N.2: PROTEÍNAS</b> .....	28
5.1. Problematização inicial (PI) .....	29
5.1.1. PI: Leia e aprenda.....	29
5.2. Organização do conhecimento (OC) .....	32
5.2.1. OC: Assista e aprenda.....	32
5.2.2. OC: Que funções têm as proteínas? .....	33
5.2.3. OC: Proteínas nos alimentos.....	34
5.2.4. OC: Como são as estruturas das proteínas? .....	35
5.2.5. OC: Desnaturação das proteínas.....	36
5.3. Aplicação do conhecimento (AC) .....	38
5.3.1. AC: Problema na África.....	38
<b>6. OFICINA TEMÁTICA N.3: LIPÍDEOS</b> .....	40
6.1. Problematização inicial (PI) .....	41
6.1.1. PI: Assista e aprenda.....	41
6.2. Organização do conhecimento (OC) .....	42
6.2.1. OC: Cruzadinha.....	42
6.2.2. OC: Quais são os lipídeos? .....	43
6.2.3. OC: Lipídeos em alimentos.....	44
6.2.4. OC: Jogo: Formação de pares.....	45
6.2.5. OC: Onde são solúveis? .....	48
6.3. Aplicação do conhecimento (AC) .....	50
6.3.1. AC: Lauren está doente.....	50

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





## APRESENTAÇÃO

O mundo atual exige que os estudantes aprendam de forma significativa conhecimentos científicos que influenciam em sua realidade, gerando relações entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos novos, para que sejam aplicados na análise e solução de diferentes problemas ou situações da vida cotidiana. Para isso, é importante que o professor elabore materiais e atividades potencialmente significativas que motivem os estudantes a aprender novos conceitos, envolvendo-os em um papel ativo no desenvolvimento dessas. Assim, o professor deve orientar a construção do conhecimento por parte do estudante no processo de ensino – aprendizagem.

Considerando como ponto de partida para essa construção, a identificação de ideias prévias, pois, os estudantes em sua estrutura cognitiva possuem conhecimentos prévios que podem ajudar ou ser um obstáculo no processo de aprendizagem. Desta forma, considerando a ideia de Ausubel (1976), de ensinar a partir do que o estudante já sabe, propõe-se o fortalecimento da aprendizagem significativa de Bioquímica Orgânica para estudantes de terceira série de ensino médio, por meio da utilização da sequência didática denominada “*Bioquímica na Escola*”.

“*Bioquímica na Escola*” é uma sequência didática elaborada pelos professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Maria, que aborda de forma teórica e experimental, os conteúdos: proteínas, carboidratos e lipídeos, relacionando-os com o cotidiano. Esta abordagem utiliza diferentes metodologias como filmes, vídeos, análise de artigos, questionários, práticas experimentais e estudos de caso como materiais que reúnem a aquisição de conhecimentos, a aplicação e a análise dos mesmos, implicando na participação do estudante em aula.



## 1. ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática “*Bioquímica na escola*” é uma ferramenta educativa para os professores no processo de ensino – aprendizagem, que articula situações do cotidiano com os conceitos curriculares correspondentes à terceira série do ensino médio, presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio (PCNEM) dentro do tema estruturador “*Química e Biosfera - Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos*”. O objetivo deste tema estruturador é conhecer a composição, propriedades e função dos alimentos nos organismos vivos: carboidratos, proteínas e lipídeos. (BRASIL, 2002).

A sequência didática busca favorecer a aprendizagem significativa da Bioquímica Orgânica, através da elaboração e aplicação de atividades utilizando a Taxonomia de Bloom proposta em 1956, que foi revisada e modificada por Anderson L.W. e colaboradores em 2001. A Taxonomia de Bloom é um modelo explicativo de como progredir na aprendizagem para obter uma aprendizagem significativa dos estudantes, esta Taxonomia pode analisar e/ou avaliar os aspectos cognitivos, além de ajudar no planejamento, organização e controle dos objetivos da aprendizagem (BLOOM et al. 1956).

As atividades são organizadas de forma hierárquica indutiva do conhecimento, por meio de níveis ou categorias que são cumulativas e que têm uma relação de dependência do anterior, para avançar de forma significativa na aprendizagem.

Cada atividade é elaborada com um objetivo de aprendizagem a ser alcançado com o estudante e cada objetivo orientado pela Taxonomia de Bloom.

Figura 1 – Categorização e exemplos de verbos da Taxonomia de Bloom. Revisão feita por Anderson e colaboradores no ano de 2001.

Aprendizagem Significativa (Ordem superior)	CRIAR	Planejar, Elaborar e Produzir
	AVALIAR	Comprovar e Formular Hipóteses
	ANALISAR	Diferenciar, Organizar, Comparar e Estruturar
Aprendizagem Memorística (Ordem inferior)	APLICAR	Implementar e Executar
	ENTENDER	Interpretar, Exemplificar e Classificar
	LEMBRAR	Definir, Nomear, Reconhecer e Lembrar

Adaptado de: (MARCHETTI e VAIRO, 2010, p. 429)

Esta sequência didática é apresentada em oficinas temáticas, organizadas nos três momentos pedagógicos, propostos e definidos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) como:

1. **Problematização inicial (PI):** Caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam, a fim de que os estudantes sejam desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações, gerando discussões orientadas. Além disso, a problematização inicial é o momento pedagógico que o professor utiliza para a identificação das ideias prévias dos estudantes, com o objetivo de conhecer as estruturas cognitivas do aluno e gerar interações entre o conhecimento prévio e o conhecimento novo.

2. **Organização do conhecimento (OC):** Momento pedagógico onde se desenvolvem os conteúdos científicos a ensinar a partir de diferentes atividades.

3. **Aplicação do conhecimento (AC):** Implementação de atividades para que os estudantes utilizem os conhecimentos adquiridos, na análise e na interpretação de situações propostas que necessitam dos conhecimentos ou conteúdos abordados.

A orientação de cada uma das atividades está a cargo do professor, o qual deve conhecer antes da implementação a sequência didática, a fim de realizar as correspondentes investigações bibliográficas para aprofundar os conteúdos temáticos e poder elaborar as intervenções necessárias na aula. Assim, o professor também deve conhecer a organização sequencial ou cronograma de atividades, os objetivos curriculares, os objetivos da sequência didática no sentido conceitual, procedimental e atitudinal para realizar as modificações que considere pertinentes, dependendo das necessidades dos estudantes.

Além disso, é preciso que o professor identifique as ideias prévias dos estudantes antes de sua aplicação, para saber se eles têm os subsunçores que permitam a articulação do novo conhecimento com o conhecimento já existente, ou fazer uso dos organizadores prévios que são "*materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si*" (MOREIRA, 2008).

Por último, é importante que durante a aplicação da sequência didática o professor reflita sobre sua prática docente, sobre os processos de ensino-aprendizagem e sobre as metodologias implementadas com o objetivo de melhorar os processos educativos. Além disso, é importante que o estudante apresente disposição e atitude positiva de aprender e construir novos significados, dado que, é o primeiro obstáculo a romper para conseguir uma aprendizagem significativa, assumindo uma atitude crítica e de análise sobre: os materiais apresentados dentro da sequência didática e o processo de ensino.



## 2. OBJETIVOS

**OBJETIVO GERAL:** Favorecer a aprendizagem significativa de Bioquímica Orgânica para estudantes de terceira série de ensino médio.

### OBJETIVOS CONCEITUAIS:

- Reconhecer as diferentes biomoléculas como compostos sintetizados pelos seres vivos.
- Identificar as propriedades físico-químicas e as características dos lipídeos, carboidratos e proteínas.

### OBJETIVOS PROCEDIMENTAIS:

- Implementar os conteúdos no desenvolvimento das atividades propostas para fortalecer a aprendizagem significativa.
- Analisar textos e casos para a tomada de decisões e a resolução de problemas.
- Comprovar de forma experimental a presença de biomoléculas orgânicas em alimentos.
- Elaborar produções textuais para apresentar os resultados das atividades.

**OBJETIVO ATITUDINAL:** Participar de forma ativa manifestando interesse no desenvolvimento das atividades que fortalecem a aprendizagem significativa de Bioquímica Orgânica.



## 3. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

### OFICINA TEMÁTICA N.1: CARBOIDRATOS

TEMPO	ATIVIDADE	LOCAL E MATERIAIS	OBJETIVO DA ATIVIDADE
2h/aula	Mensagem Invisível	Laboratório de Ciências Materiais, reagentes (p.13)	Apresentar aos estudantes a oficina temática N.1, para introduzir o conteúdo carboidrato
1h/aula	O que são os carboidratos	Sala de aula Artigo (p.15)	Definir o que são os carboidratos a partir da leitura de um artigo.
2h/aula	Mono, Di ou Polissacarídeos ?	Laboratório de Ciências Rótulos de alimentos (p.18)	Classificar em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, os carboidratos descritos nos rótulos de alimentos.
1h/aula	Carboidratos em alimentos	Laboratório de Ciências Materiais e reagentes (p.20)	Executar atividades experimentais em alimentos, para verificar a presença de carboidratos com Lugol.
1h/aula	Que função é?	Sala de aula Atividade (p.21)	Identificar as funções biológicas dos carboidratos no organismo dentro de situações-problema.

2h/aula	Quais são solúveis?	Laboratório de Ciências	Formular hipóteses sobre a solubilidade dos carboidratos em água, a partir da análise das formulas estruturais.
		Materiais e reagentes (p. 22)	
1h/aula	Débora precisa de ajuda	Laboratório de informática	Elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas.
		Caso (p.24)	
<b>OFICINA TEMÁTICA N.2: PROTEÍNAS</b>			
1h/aula	Leia e aprenda	Sala de aula	Apresentar aos estudantes a oficina temática N.2, a partir da introdução do conteúdo proteínas.
		Artigo (p. 27)	
1h/aula	Assista e aprenda	Laboratório de informática	Definir o que são aminoácidos, peptídeo e proteínas utilizando como recurso um vídeo sobre proteínas.
		Vídeo, Projetor multimídia, Notebook, caixas de som e atividade (p.30)	
1h/aula	Que funções têm as proteínas?	Sala de aula	Exemplificar as funções biológicas das proteínas por meio da interpretação de imagens e a elaboração de desenhos.
		Atividade (p.31)	

1h/aula	Proteínas nos alimentos	Laboratório de Ciências	Executar uma atividade experimental para verificar a presença de proteínas em alimentos, utilizando como reagente Biureto.
		Materiais e reagentes (p.32)	
1h/aula	Como são as estruturas das proteínas?	Sala de aula	Comparar as estruturas das proteínas para distinguir semelhanças e diferenças.
		Atividade (p.33)	
2h/aula	Desnaturação das proteínas	Laboratório de Ciências	Formular hipóteses sobre o comportamento das proteínas com a mudança do pH e da temperatura constatados de forma experimental.
		Materiais e reagentes (p.34)	
1h/aula	Problema na África	Laboratório de informática	Elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas.
		Caso (p.36)	

OFICINAS TEMÁTICA N.3: LIPÍDEOS			
2 h/aula	Assista e aprenda	Sala de aula Filme, Projetor multimídia, Notebook e caixas de som (p.38)	Apresentar aos estudantes a oficina temática N.3, a partir da introdução do conteúdo lipídeos.
1 h/aula	Cruzadinha	Sala de aula Atividade (p.39)	Completar o jogo cruzadinha sobre o que são os lipídeos atribuindo o termo correspondente à definição.
1 h/aula	Quais são os lipídeos?	Sala de aula Atividade (p.40)	Classificar os lipídeos em Glicerídeos, Cerídeos, Esteroides e Fosfolipídios em um fluxograma.
1 h/aula	Lipídeos em alimentos	Laboratório de Ciências Materiais (p.41)	Executar atividades experimentais de verificação, para identificar lipídeos em alimentos.
2 h/aula	Jogo: Formação de pares	Sala de aula Atividade (p.42)	Relacionar através do jogo da memória as funções biológicas dos lipídeos com diferentes exemplos.
2 h/aula	Onde são solúveis?	Laboratório de Ciências Materiais e reagentes (p.46)	Determinar a solubilidade dos lipídeos em solventes de diferentes polaridades de forma teórica e experimental.
1 h/aula	Lauren está doente	Laboratório de informática Caso (p.47)	Elaborar um texto com a solução de um caso, para estimular a escrita, fortalecer habilidades de tomada de decisões e a resolução de problemas.



**4. Carboidratos**  
OFICINA TEMÁTICA N. 1



## 4.1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

## 4.1.1.PI: MENSAGEM INVISÍVEL

MATERIAIS	REAGENTES
2 Folhas de papel pardo	Lugol
1 Pincel	Amido
Béquer de 250 mL	
Chapa de Aquecimento	Água
1 Copo de Plástico	

## GUIA PARA O PROFESSOR:

PROCEDIMENTO: Antes de iniciar o primeiro momento pedagógico sugere-se que o professor escreva na folha de papel pardo a “mensagem invisível” para desenvolver a atividade.

## COMO ESCREVER A MENSAGEM?

1. Misturar em um Béquer de 250 mL: 100 mL de água destilada e 1 colher de amido de milho	2. Esquentar até ferver	3. Utilizar a mistura para escrever com um pincel no papel pardo a “Mensagem Invisível”, dividida em partes	4. Esperar uma hora para secar
-------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

## DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

Formar grupos de trabalho com os estudantes (O número de grupos depende do número de estudantes na aula) e entregar a cada grupo uma parte da “Mensagem Invisível” a decifrar.

## MENSAGEM INVISÍVEL:

“Olá! Eu sou parte de sua alimentação, sou o que te dá energia e proporciona a glicose na corrente sanguínea para que seu cérebro funcione, porém em excesso posso engordá-lo e em poucas quantidades causar doenças. Estou presente nas massas, frutas, besouros, folhas das árvores e nesta mensagem. Quem sou eu?”

## GUIA PARA O ESTUDANTE

## REVELANDO A MENSAGEM:

- Misturar em um copo plástico 1 mL de água com 20 gotas de Lugol.
- Espalhar a mistura com o pincel no papel pardo.

## ATIVIDADE:

1. Quem você considera que escreveu a mensagem?
2. Por que considera que sua resposta é correta?
3. Qual relação pode existir entre: a glicose, as massas, as frutas, os besouros e as folhas das árvores?
4. O que as massas e frutas têm em comum para que elas proporcionem energia?
5. Socialize com os companheiros da aula suas respostas.

## 4.2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO



### 4.2.1. OC: O QUE SÃO OS CARBOIDRATOS

#### CARBOIDRATOS GARANTEM ENERGIA E BOA ALIMENTAÇÃO



Os carboidratos (pão, macarrão, arroz, batata, etc) geralmente, são vistos com os "vilões" das dietas devido ao seu elevado índice de calorias e rápida absorção pelo organismo. Dessa forma, muitos excluem estes alimentos nas

refeições diárias, o que pode vir a ser prejudicial, já que o organismo necessita da energia proveniente dos carboidratos. Isso gera cansaço, desânimo e queda de glicose. Os carboidratos podem e devem fazer parte da alimentação e, principalmente, da dieta, desde que as quantidades estejam dentro do que o organismo necessita.

Os carboidratos são a principal fonte de energia para o corpo humano. Composto dos átomos hidrogênio, oxigênio e carbono (fórmula empírica  $[C_n(H_2O)_n]$ ), os hidratos de carbono, como também são conhecidos, fornecem energia para a realização das atividades humanas e calor para manter a temperatura corporal. Temidos por muitos como um dos maiores causadores do ganho de peso, os carboidratos estão presentes em alimentos como arroz, trigo, aveia, batata, mandioca, leguminosas, frutas e doces.

A ausência desse grupo alimentar na dieta pode causar transtornos como moleza, sonolência, perda de memória, perda do poder de concentração, dor de cabeça e, em alguns casos, desmaios. Isso porque a queda de açúcar no sangue diminui as funções cerebrais.

*"A ingestão ideal de calorias e de carboidratos varia de pessoa para pessoa, de acordo com o sexo, idade, peso, altura, atividade física, etc. Além disso, vai depender se a pessoa é saudável, tem peso adequado, possui problemas de saúde ou tendências hereditárias. Normalmente, os carboidratos representam a maior parte das calorias ingeridas (50 a 60% do total) na dieta, sendo que um grama desse nutriente fornece energia de quatro kcal", explica Juliana Pompeu, nutricionista da Academia Boca.*

O consumo excessivo de carboidratos pode levar ao sobrepeso, obesidade e desenvolvimento de diabetes. A nutricionista diz que o índice glicêmico desses alimentos os difere uns dos outros e ocasiona maior ou menor risco. *"Toda vez que se ingere carboidratos, eles entram na corrente sanguínea com diferentes velocidades. De acordo com a velocidade que entram no sangue, é possível classificar os prováveis danos que possam trazer. Quanto mais rápido, maior a descarga de insulina, o que define o valor glicêmico. Alimentos com baixo índice glicêmico, como é o caso dos integrais, são os mais indicados para o consumo e a manutenção do equilíbrio no organismo".*

Na prática de exercícios físicos, o consumo de carboidrato está diretamente relacionado com a intensidade e o volume dos exercícios. A refeição que antecede o treino deve ser de fácil digestão e com alto conteúdo de carboidratos. Durante a atividade física que dure mais de uma hora, a ingestão de carboidratos (água de coco, bebidas esportivas, gel de carboidrato ou frutas secas) pode melhorar o desempenho, por meio do fornecimento de glicose para o músculo, e retardar a fadiga.

À noite, a dica é consumir carboidratos ricos em fibra e pobres em gordura, principalmente pela necessidade de uma quantidade menor de energia nesse período do dia. *“Em geral, o que vale é diminuir a quantidade de todos os grupos de alimento à noite e não apenas de carboidratos. Comparando com a proteína, a quantidade de calorias por grama é a mesma”*, alerta Juliana.

*“Além de diminuir as quantidades totais da última refeição do dia, a composição dos alimentos é um fator importante para manter o peso”, orienta a nutricionista. “Se o prato da noite for basicamente carboidrato, com pouca ou nenhuma proteína (carnes ou queijos), e sem fibras (legumes e verduras), a absorção dos carboidratos fica mais facilitada e o nível do açúcar no sangue pode aumentar rapidamente”*, complementa Juliana. Durante o sono, o corpo usa mais gordura corporal do que o açúcar dos músculos e do sangue como forma de energia, e o ideal é permitir que o organismo trabalhe da forma natural.

Adaptado de:  
<http://alimentarium.blogspot.com.br/2009/05/carboidratos-garantem-energia-e-boa.html>.

## ATIVIDADE

Após ler *“Carboidratos Garantem Energia e Boa Alimentação”*, responda as seguintes questões:

1. Na sua opinião o que são carboidratos? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
2. De que elementos são constituídos os carboidratos?  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_
3. Qual outro nome é utilizado para designar os carboidratos?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. Cite exemplos de alimentos que contém carboidratos:
 

a. _____	e. _____
b. _____	f. _____
c. _____	g. _____
d. _____	h. _____
5. O que pode ocasionar o consumo excessivo de carboidratos?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_







### 4.2.2.OC: MONO, DI OU POLISSACARÍDEO

Materiais: Rótulos de feijão, arroz, massa, pão, leite, açúcar, sucos de caixa, bolacha, refrigerante, leite condensado, batata frita, iogurte, farinha de trigo, presunto e queijo.

#### ATIVIDADE

1. Identifique com ajuda dos rótulos os alimentos que contém carboidratos?
2. Que tipo de carboidratos contém os alimentos identificados?

Utilize a seguinte tabela para solucionar a atividade:

ALIMENTOS (RÓTULOS)	CONTÉM CARBOIDRATOS?		TIPO DE CARBOIDRATO				
	Sim	Não	Frutose	Lactose	Sacarose	Amido	Glicose
Feijão							
Arroz							
Massa							
Pão							
Leite							
Açúcar							
Refrigerante							

ALIMENTOS (RÓTULOS)	CONTÉM CARBOIDRATOS?		TIPO DE CARBOIDRATO				
	Sim	Não	Frutose	Lactose	Sacarose	Amido	Glicose
Presunto							
Farinha de trigo							
Iogurte							
Batata frita							
Leite condensado							
Sucos de caixa							
Bolacha							
Queijo							

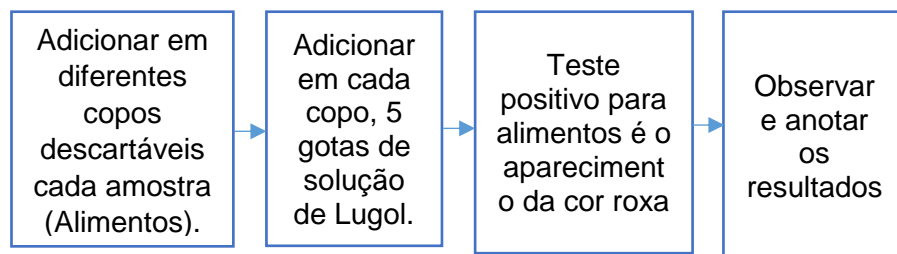
3. Desenhe a estrutura dos carboidratos identificados e classifique como: monossacarídeos, dissacarídeos ou polissacarídeos.



### 4.2.3. OC: CARBOIDRATOS EM ALIMENTOS

MATERIAIS E REAGENTES		
Lugol	Massa	Amido de Milho
Banana	Arroz	Farinha de Milho
Laranja	Pão	Queijo
Presunto	Mortadela	logurte
Batata	Maçã	13 Copos descartável pequeno

#### PROCEDIMENTO:

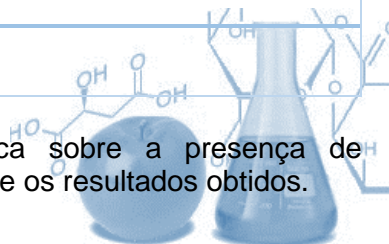


#### ATIVIDADE:

1. Complete a seguinte tabela com os resultados obtidos.

Alimentos que possuem amido	Alimentos que não possuem amido

2. Elabore uma pesquisa bibliográfica sobre a presença de carboidratos nas amostras e compare os resultados obtidos.



### 4.2.4. OC: QUE FUNÇÃO É?

Identifique as funções dos carboidratos analisando as seguintes situações.



1. Ricardo é um jogador de futebol de 16 anos de idade, que sempre se destacou na equipe por seu estado físico e por seu ânimo durante as práticas. Ricardo decide mudar sua dieta sem consultar um nutricionista, eliminando os carboidratos e aumentando as proteínas, para evitar o aumento de peso e poder com isso aumentar sua massa muscular. Mas com o tempo Ricardo diminuiu sua capacidade física, não tinha a mesma vontade de jogar e seu estado de ânimo já não era o mesmo. Qual a função tinha dos carboidratos na dieta de Ricardo? O que aconteceu com Ricardo quando eliminou os carboidratos?

2. Maria é estudante de uma escola municipal, antes de ir a sua aula das 6:00h Maria come de café de manhã uma salada de frutas, que segundo ela lhe fornece a glicose (açúcar) que precisa para fazer as atividades da escola. As 9:00h Maria tem seu tempo de recreio, embora tenha fome sua prioridade é jogar com suas amigas, o que não sabe Maria é que no momento que está jogando está suprindo sua falta de açúcar com glicogênio. As 10:00h Maria termina seu recreio e sua aula termina as 12:00h, saindo da aula com uma forte dor de cabeça que só passa depois de almoçar. O que aconteceu com Maria? O que você recomendaria para que Maria não fique doente novamente?

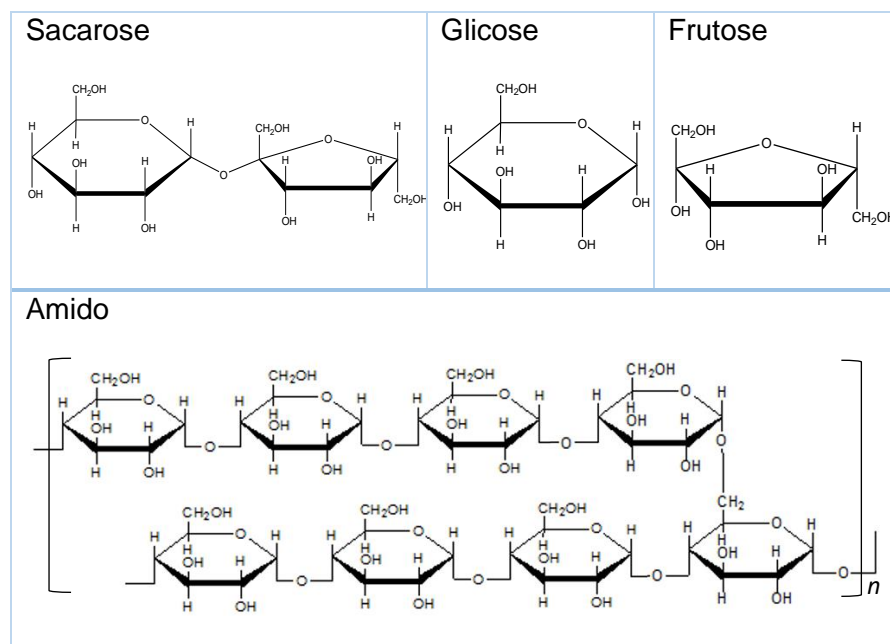




## 4.2.5. OC: QUAIS SÃO SOLÚVEIS?

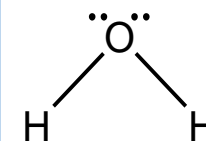
ATIVIDADE PREVIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL:

Os carboidratos que serão utilizados podem ser representados pelas seguintes estruturas:



Sabendo que o solvente é a água (ver estrutura), quais carboidratos você considera que são solúveis? Por quê?

Água destilada

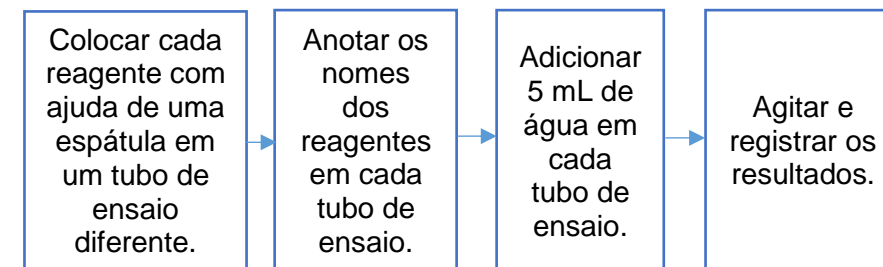


Estrutura do solvente  
(água)

PRÁTICA EXPERIMENTAL

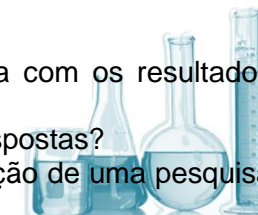
MATERIAIS	REAGENTES
4 Tubos de Ensaio	Sacarose
Suporte de Tubos de Ensaio	Amido
Espátula	Glicose
Pipeta graduada de 5 mL	Frutose
Caneta para retroprojetor	Água

PROCEDIMENTO:



ATIVIDADE:

1. Comparar as respostas da atividade prévia com os resultados obtidos.
2. Quais são os erros encontrados em suas respostas?
3. Com os resultados obtidos e com a elaboração de uma pesquisa bibliográfica reelabore as respostas erradas.





### 4.3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

#### 4.3.1. AC: DÉBORA PRECISA DE AJUDA

Débora é uma atleta de atletismo de 15 anos de idade, 1,70 cm de altura e 68 kg de peso, estava praticando 2 horas, 4 vezes por semana, para competir em uma prova de atletismo em Santa Maria. Recentemente, havia mudado de uma escola retirada da cidade para uma escola que tem um treinamento mais rigoroso. Durante esse período, ela havia emagrecido 12 kg e andava mal-humorada, desanimada, desmotivada e com muitos dores de cabeça. A causa desses sintomas é desconhecida por Debora, mas estava impedindo a participação dela na prova de atletismo.

Os professores da nova escola estavam preocupados com sua perda de peso e além de alguns sintomas, como: tremores, tontura, suor, sua aparência pálida e dificuldade em prestar atenção durante as aulas. Os professores tentaram tomar conhecimento do que estava acontecendo com sua aluna.

- Bom dia Débora!  
 - Bom dia professora!  
 - O que houve com você que ultimamente anda muito abatida? E andou emagrecendo bastante.  
 - Ah Professora! É a preocupação com a prova de atletismo. Percebendo a situação da sua aluna pediram para ela fazer uma lista dos alimentos que come durante um dia e que procurasse um médico para fazer alguns exames.

Exame de sangue	
	Glicose
Em jejum	60 mg/dL
Duas horas depois do café da manhã	55 mg/dL

1 DIA	ALIMENTOS	ENERGIA
Café da manhã	Uma xícara de leite integral e uma fatia de pão.	228 kcal
Almoço	Duas colheres de arroz, uma concha de feijão, um pedaço pequeno de carne e salada de tomate.	381 kcal
Lanche da tarde	Uma maçã	45 kcal
Janta	Duas colheres de arroz, um pedaço pequeno de carne e salada de tomate.	244 kcal

Com os resultados, os professores resolvem falar com seus colegas de química da Universidade Federal de Santa Maria.

Para:	Douglas.UFSM@gmail.com		
Assunto:	Consulta		
Cc:		Cco:	
<p>Bom dia Douglas e Patrícia,          Espero que vocês estejam bem, não nos vemos há muito tempo, mas agora estou precisando da ajuda vocês. Tenho uma estudante que quer participar da prova de atletismo, mas nos últimos dias ela está perdendo peso, tem muita dor de cabeça, tremores, tontura, suor, sua aparência é pálida e tem dificuldade em prestar atenção durante as aulas. A dieta dela e os exames feitos foram... <i>(e a conversa continua)</i>.          Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer com ela, dado que, acreditamos que na Química abordam conteúdos que podem nos ajudar.          Ficarei aguardando a resposta. Obrigada</p>			

**Vocês são os colegas dos professores de Débora e terão que ajudá-los a descobrir as causas dos sintomas de Débora e decifrar os resultados de seu exame de sangue. Que alternativas devem dar os professores para Débora em sua alimentação e nas práticas de atletismo para solucionar seu problema, melhorar sua saúde e conseguir participar na prova?**



## 5.1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL



### 5.1.1.PI: LEIA E APRENDA

Você deve ter ouvido muitas vezes a palavra proteína quando fala com médicos, nutricionistas etc... Muitas vezes, é aconselhável incluir proteínas na dieta com regularidade, pois é um dos nutrientes mais essenciais no corpo. Mas você sabe o que é uma proteína? Leia e aprenda mais sobre as proteínas.

#### A IMPORTÂNCIA DAS PROTEÍNAS NA DIETA



As proteínas têm papel fundamental no organismo. Agindo na reparação e construção de tecidos, elas são essenciais em dietas para perder gordura e em exercícios físicos. A molécula de proteína é construída a partir de seus aminoácidos.

São cerca de 200 os aminoácidos presentes na natureza, mas apenas 21 são metabolizados pelo organismo humano. Entre estes, há oito que são chamados essenciais, isto é, não são sintetizados pelo nosso organismo, assim, devem ser fornecidos pelos alimentos. Os outros 13 produzidos no organismo são chamados de não-essenciais.

**Aminoácidos essenciais:** Leucina, isoleucina, valina, triptofano, metionina, fenilalanina, treonina e lisina (a histidina é um aminoácido essencial na infância).

**Aminoácidos não-essenciais:** Alanina, arginina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutâmico, cistina, cisteína, glicina, glutamina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina.

As fontes de proteínas completas são aquelas que contêm todos os aminoácidos essenciais em quantidades e proporções ideais para atender às necessidades orgânicas. Os alimentos de alta qualidade proteica são essencialmente de origem animal, enquanto a maioria das proteínas vegetais são incompletas em termos de conteúdo proteico e, portanto, possuem um valor biológico relativamente menor.

#### O QUE ELES FAZEM?

Aproximadamente 75% da matéria sólida do corpo é constituída por proteínas ou possui proteínas como componentes importantes. Isto inclui proteínas estruturais, enzimas, genes, proteínas transportadoras de oxigênio, proteínas musculares entre outros que realizam funções específicas no corpo. Uma molécula de proteína não pode ser manufaturada pelo corpo até que todos os aminoácidos necessários estejam presentes.

Na realidade, todos os aminoácidos nutricionalmente essenciais devem estar disponíveis no local da síntese de proteína antes que qualquer um deles possa atuar. Isso significa, que a cada refeição ingerida deve conter todos esses aminoácidos essenciais em quantidade suficiente para efetuar a síntese de proteína. Se alguns deles não estiverem presentes, quando necessário, os outros poderão ser: estocados nas células até que venham a ser utilizados, degradados pelo fígado e utilizado como energia ou estocados na forma de gordura branca.

Adaptado de: <http://www.maisequilibrio.com.br/nutricao/a-importancia-das-proteinas-na-dieta-2-1-1-340.html>

#### ATIVIDADE:

1. Após ler “*A Importância das Proteínas na Dieta*” o que você entende por: Proteínas, Aminoácidos, Aminoácidos essenciais e Aminoácidos não essenciais.
2. Dos seguintes alimentos quais são importantes para que a dieta seja rica em proteínas?



Leite



Laranja



Ovo



Alface



Arroz



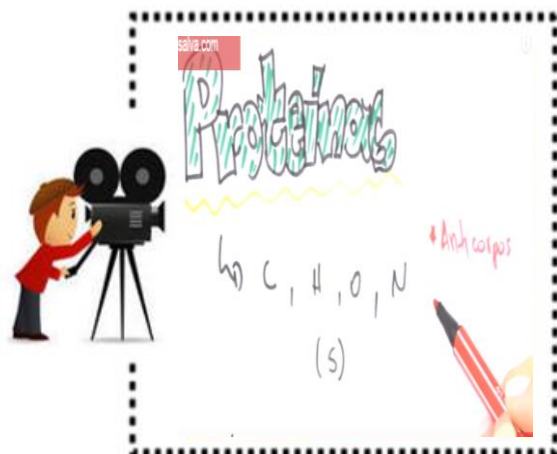
Fígado

3. Quais outros alimentos você incluiria? Por quê?
4. Os alimentos que você assinalou e incluiu contém aminoácidos essenciais ou aminoácidos não essenciais? Por quê?



## 5.2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

### 5.2.1. OC: ASSISTA E APRENDA



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uvKpehvPfgk>

#### ATIVIDADE

Após, assistir o vídeo responda as seguintes perguntas:

1. Como se define uma proteína? \_\_\_\_\_
2. O que é um aminoácido? \_\_\_\_\_
3. O que é um peptídeo? \_\_\_\_\_
4. Desenhe a estrutura geral de um aminoácido e assinale sua parte básica e sua parte ácida.
5. Explique a formação da ligação peptídica para formar as proteínas



### 5.2.2. OC: QUE FUNÇÕES TÊM AS PROTEÍNAS?

#### ATIVIDADE

1. Das figuras apresentadas quais você considera que exemplificam as funções das proteínas? Justifique sua resposta?



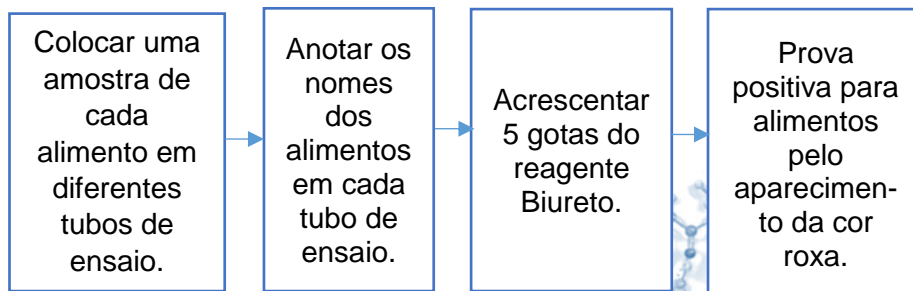
2. Desenhe outros exemplos das funções das proteínas.
3. Socialize suas respostas com seus colegas de aula.



### 5.2.3.OC: PROTEÍNAS NOS ALIMENTOS

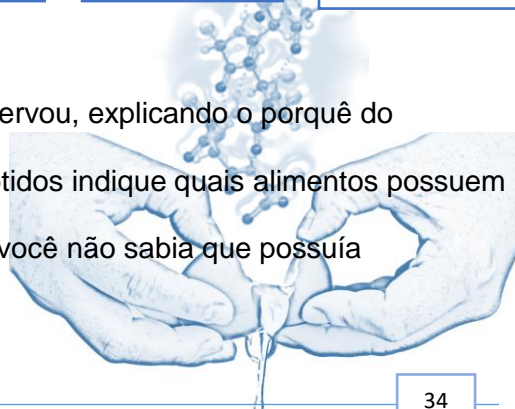
MATERIAIS		REAGENTES
Leite	Batata	Biureto
Gema de Ovo	Espátula	
Clara de Ovo	6 tubos de ensaio	
Arroz	Suporte de tubo de ensaio	
Alface	ensaio	

#### PROCEDIMENTO:



#### ATIVIDADE:

1. Descreva o que você observou, explicando o porquê do ocorrido?
2. A partir dos resultados obtidos indique quais alimentos possuem proteínas?
3. Destes alimentos, algum você não sabia que possuía proteínas?



### 5.2.4.OC: COMO SÃO AS ESTRUTURAS DAS PROTEÍNAS?

#### ATIVIDADE

NOME:	NOME:	NOME:	NOME:
Quais as diferenças que apresentam as estruturas das proteínas?		Quais as semelhanças que apresentam as estruturas das proteínas?	



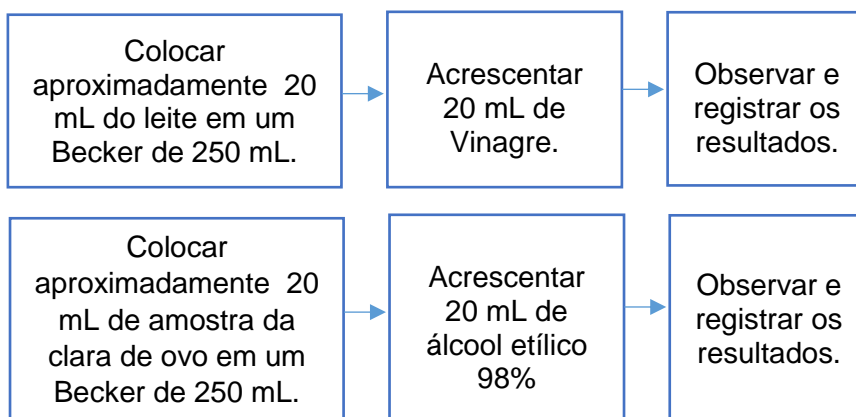


### 5.2.5.OC: DESNATURAÇÃO DAS PROTEÍNAS

MATERIAIS	
Fígado	Pinças para tubo de ensaio
Leite integral	Proveta de 100 mL
Clara de ovo	Pera para pipetas
2 tubos de ensaio	REAGENTES
Lamparina	Vinagre
2 Becker de 250 mL	Água oxigenada 10%
Pipeta graduada de 5 mL	Álcool etílico 98%
Espátula	Água

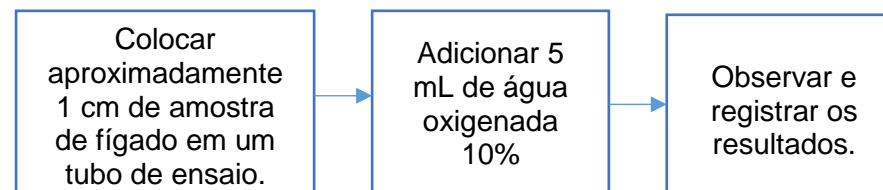
#### PROCEDIMENTO:

##### 1. Desnaturação das proteínas por mudança do pH

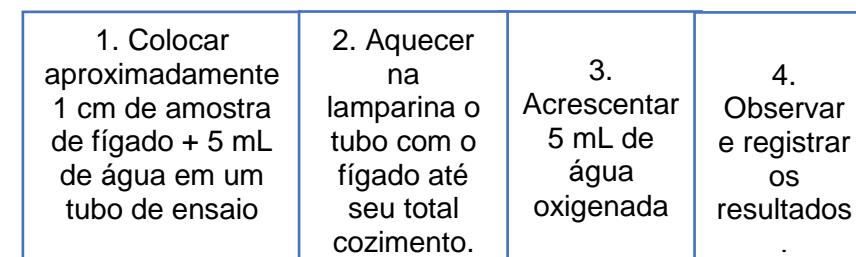


##### 2. Desnaturação das proteínas por mudança da temperatura

###### 2.1. Identificação da presença da proteína no fígado (enzima catalase)

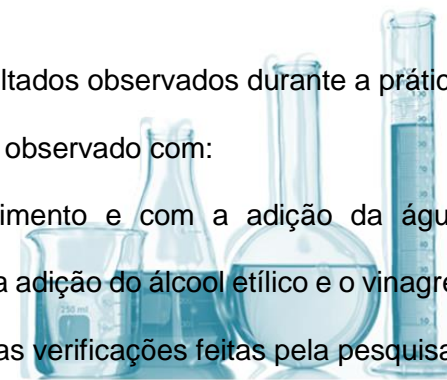


###### 2.2. Desnaturação da proteína no fígado (enzima catalase)



#### ATIVIDADE

1. Desenhe e descreva os resultados observados durante a prática experimental.
2. Como você explica o que foi observado com:
  - a. O fígado durante o aquecimento e com a adição da água oxigenada.
  - b. O leite e a clara de ovo com a adição do álcool etílico e o vinagre.
3. Socializar suas respostas e as verificações feitas pela pesquisa.



## 5.3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO



## 5.3.1. AC: PROBLEMA NA ÁFRICA

O Dr. João Silveira tem dedicado sua vida profissional a trabalhar com problemas de desnutrição pelo mundo, dado que, atualmente a fome é um dos principais problemas que o mundo tenta enfrentar. Porque estima-se que cerca de 1 bilhão de pessoas em todo mundo sofram com esse problema. As principais causas da fome são a má distribuição de alimentos, a pobreza e os problemas de clima e seca que destroem as plantações.

Em uma viagem ao continente africano, foi procurado por Marina juntamente com seu filho Sidnei moradores do país. Ao ver ao Dr. João, Marina o cumprimenta:

- Bom dia, Dr. João.

- Bom dia, Senhora como você está?

- Estou preocupada, meu filho Sidnei de dois anos, faz 5 meses que ele começou a emagrecer, está com os braços e as pernas fininhas, suas costelas estão aparecendo, seu cabelo caindo e está perdendo musculatura.

- Senhora, faz 5 anos que eu estudo casos de desnutrição, e acredito que seu filho é um caso a mais. Vou ter que fazer uma análise do que seu filho come para ter certeza da doença que ele tem.

- Obrigada Dr. João por ajudar a meu filho.

Dr. João analisou a dieta de Sidnei, que era composta apenas por sopas de massa, arroz, batata e cereais, já que sua mãe era impossibilitada de amamentar a criança desde seu nascimento. O Dr. João, tem uma hipótese, mas antes de falar com Marina resolve pedir ajuda para seus colegas que estudam química na UFSM por meio de uma carta.

Boa tarde, amigos!

Novamente estou fazendo trabalho voluntário, desta vez na África. Preciso da ajuda de vocês. Uma senhora me procurou pois está preocupada com o filho de 2 anos, que dispõe apenas de alimentos como massa e cereais e nunca tomou leite materno. A criança anda fraca e extremamente magra.

Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que pode ser, pois preciso de um diagnóstico para a doença da criança e o que a mãe pode fazer para tratar está enfermidade??

Espero que vocês possam me ajudar!! Abraços.

Atenciosamente, João.

***Vocês são os colegas que estudam na UFSM, e terão que ajudá-lo a descobrir qual doença Sidnei tem? Avalie a alimentação de Sidnei para justificar sua resposta.***

## 6.1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL



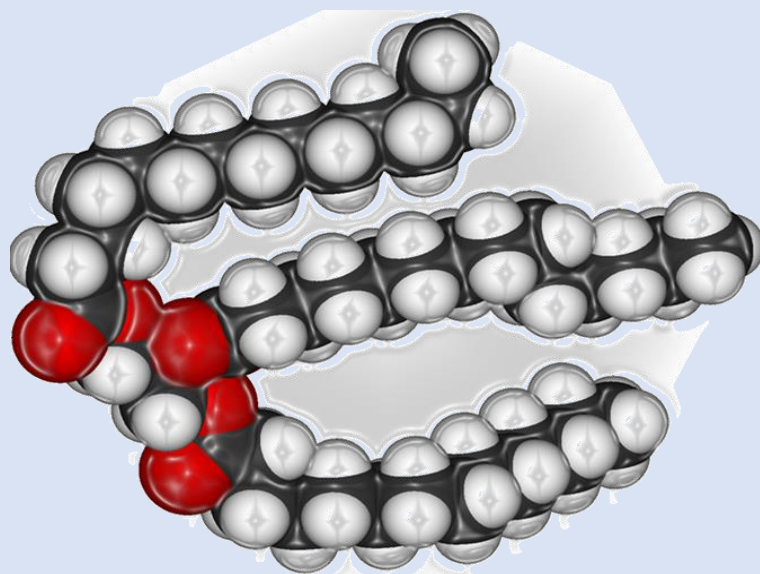
## 6.1.1. PI: ASSISTA E APRENDA



*“O Óleo de Lorenzo”, filme baseado em fatos reais dirigido por George Miller em 1992, retrata a história de um casal que encontra em uma mistura de óleos, a esperança para deter em seu filho Lorenzo, o avanço de uma rara e degenerativa doença.*

## ATIVIDADE:

1. O que a doença adrenoleucodistrofia (conhecida por ALD) causa no cérebro do menino Lorenzo?
2. Que tipo de comida os médicos eliminaram da dieta de quem tem ALD?
3. Segundo os médicos, o que continha nestes alimentos para que houvesse a eliminação total deste nas dietas?
4. Após discussões entre médicos e os pais de Lorenzo, foram feitas mudanças na dieta de Lorenzo. Foi decidido pelos pais adicionar o que na dieta?
5. Qual considera que é a principal característica do óleo: *Óleo de Lorenzo*?
6. Após assistir ao filme “O óleo de Lorenzo”, o que você entendeu por óleo?



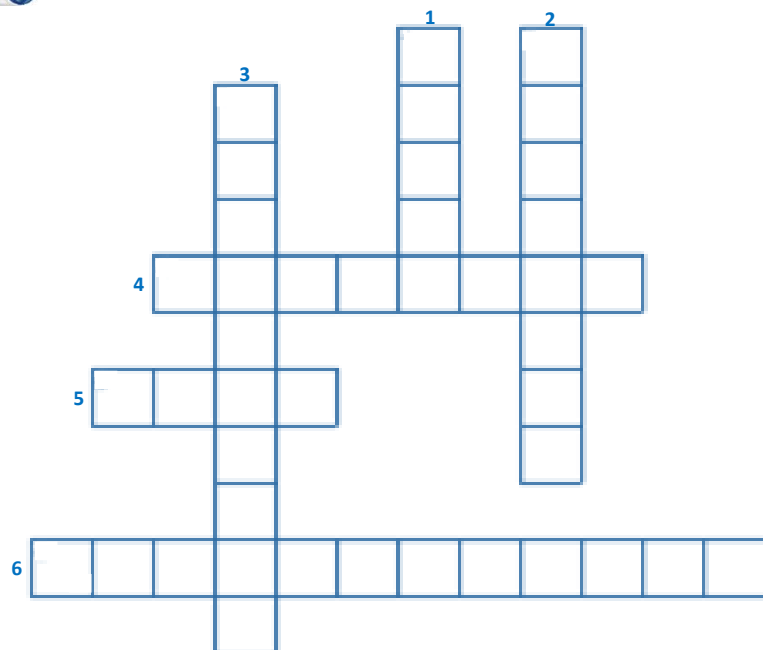
## 6. Lipídeos

OFICINA TEMÁTICA N. 3



## 6.2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

## 6.2.1.OC: CRUZADINHA



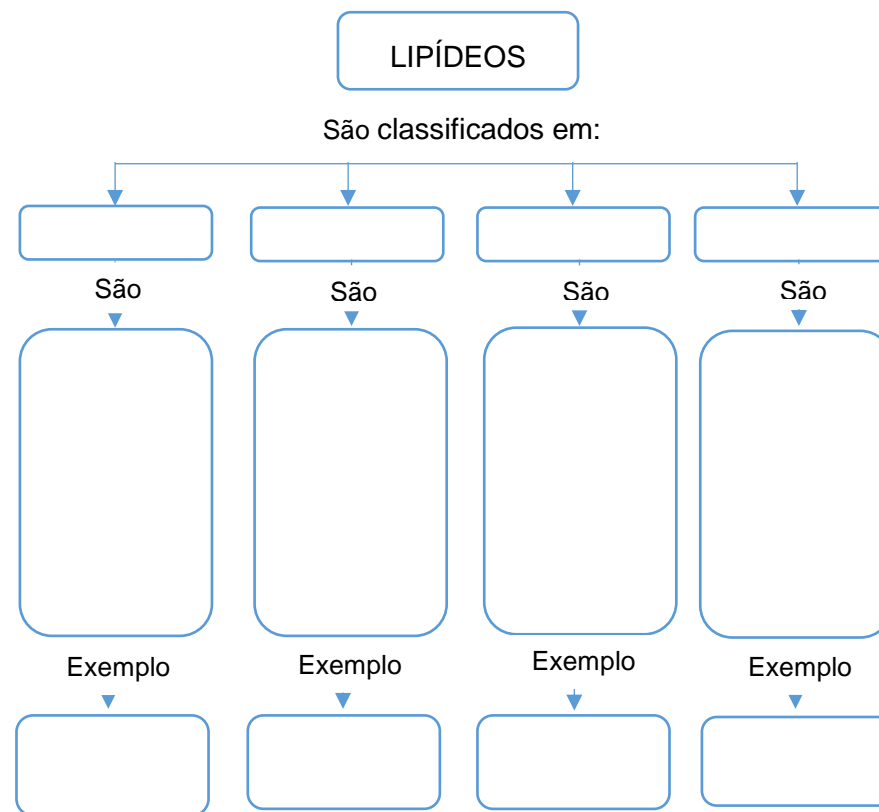
VERTICAL	HORIZONTAL
1. Função orgânica presente nos lipídeos, identificada como $R - COO - R_1$	4. Ácido graxo que possui apenas ligações simples em sua cadeia carbônica.
2. São biomoléculas orgânicas também chamadas de gorduras.	5. Solvente universal que não dissolve gorduras pela diferença de polaridades.
3. Ácido graxo que possui duplas ligações em sua cadeia carbônica.	6. São ácidos monocarboxílicos de cadeia normal, saturados ou insaturados.



## 6.2.2.OC: QUAIS SÃO OS LIPÍDEOS ?

## ATIVIDADE

Complete o fluxograma apresentado com a classificação dos lipídeos.

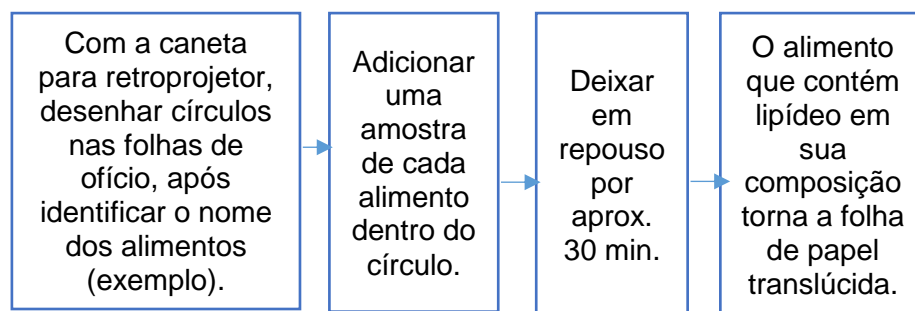




### 6.2.3. OC: LIPÍDEOS EM ALIMENTOS

MATERIAIS		
2 Folhas de ofício	Mel	Água
Caneta para retroprojektor	Refrigerante	Margarina
Pincel	Maionese	Leite Desnatado
Espátula	Óleo	Leite Integral

#### PROCEDIMENTO:



#### EXEMPLO:



#### ATIVIDADE:

Após a prática experimental responda: Quais alimentos possuem na sua composição lipídeos?



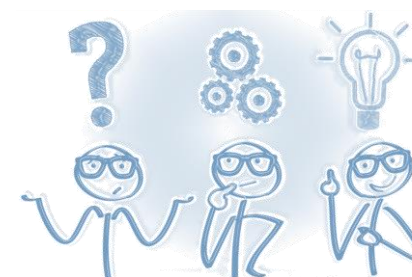
### 6.2.4. OC: JOGO: FORMAÇÃO DE PARES

#### OBJETIVO DO JOGO:

Identificar a função biológica em cada exemplo e fazer sua relação com as imagens apresentadas formando os pares correspondentes.

#### REGRAS DO JOGO:

1. Fazer grupos de trabalho dependendo do número de estudantes na sala de aula.
2. Dispor as cartas sobre a mesa de forma que os exemplos e as imagens fiquem viradas para baixo (escondidas).
3. Misturar as cartas para que não fiquem com uma ordem lógica.
4. O primeiro jogador deverá virar duas cartas, observar e mostrar para os demais integrantes o conteúdo das cartas, se a imagem corresponde ao exemplo e o estudante completa sua descrição com a correspondente função biológica o jogador pode ficar com as cartas, do contrário deverá recolocar as cartas jogadas sobre a mesa para continuar com o segundo jogador.
5. O jogo termina quando não ficarem cartas sobre a mesa.
6. Ganha o jogador que formou mais pares.



## IMAGENS



## EXEMPLOS

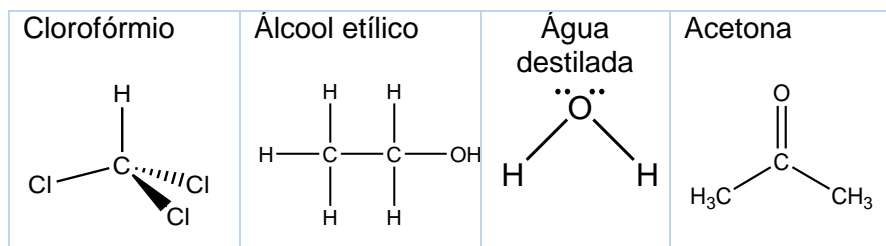
<p>Os cerídeos têm como função a _____, com o propósito de impedir a perda excessiva da água. É encontrado em superfície de folhas e frutos.</p>	<p>São hormônios lipídicos que têm como função _____ o crescimento do organismo e a reprodução.</p>
<p>Os lipídeos são utilizados pelos animais em época de hibernação como _____, para reter o calor corporal.</p>	<p>A bicamada lipídica faz parte da _____ das células. Apresenta uma parte apolar (hidrofóbica) e outra polar (hidrofílica).</p>
<p>As lipoproteínas conhecidas como HDL e LDL, têm como função _____ o colesterol, pela corrente sanguínea até os tecidos periféricos.</p>	<p>A gordura é acumulada pelos organismos para ser utilizada como _____, após esgotar o glicogênio.</p>



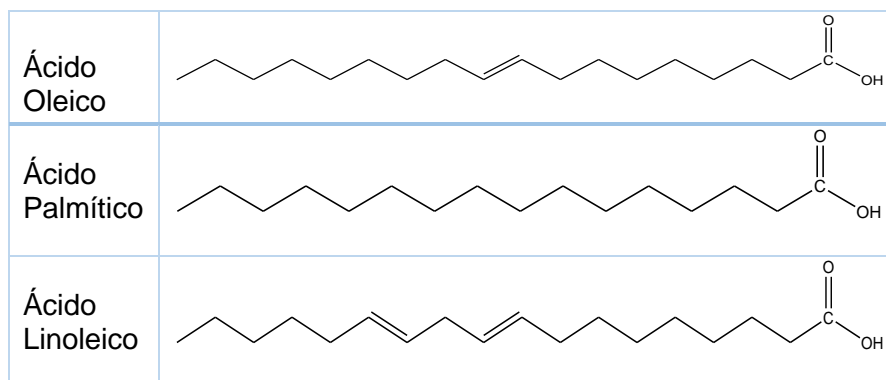
## 6.2.5.OC: ONDE SÃO SOLÚVEIS?

### ATIVIDADE PRÉVIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL:

Os solventes que serão utilizados podem ser representados pelas seguintes estruturas:



O óleo de cozinha, assim como o óleo de oliva é formado por triglicerídeos, ácidos graxos e fosfolipídeos, alguns ácidos graxos são:



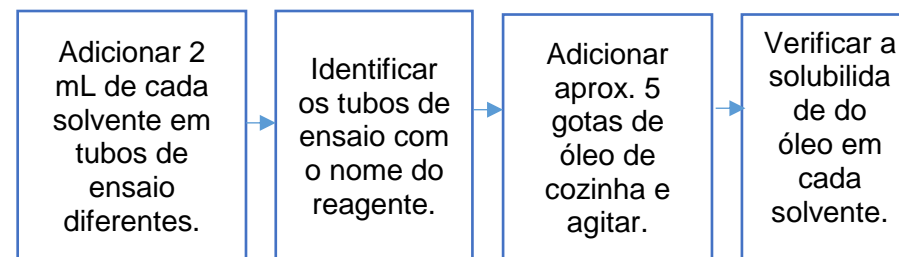
De acordo com as estruturas apresentadas responda:

1. Em quais solventes você considera que o óleo se solubilizará? Por quê?
2. O óleo é considerado polar ou apolar? Por quê?
3. Quais desses solventes são apolares? Quais são polares?
4. Verificar as respostas experimentalmente.

### PRÁTICA EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
4 Tubos de ensaio	Clorofórmio
4 Pipetas de Pasteur	Álcool etílico
Suporte de tubos de ensaio	Água destilada
Caneta para retroprojektor	Acetona
	Óleo de cozinha

### PROCEDIMENTO:



### ATIVIDADE

1. Comparar as respostas da atividade prévia com os resultados obtidos.
2. Quais são os erros encontrados em suas respostas?
3. Com os resultados obtidos reelabore as respostas incorretas, por meio de uma pesquisa bibliográfica em diversas fontes.



### 6.3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

#### 6.3.1.AC: LAUREM ESTÁ DOENTE

Lauren tem 18 anos de idade e é uma estudante do primeiro semestre de Letras Português e Literatura da Universidade Federal de Santa Maria. Lauren gosta de ler, escrever poemas, assistir filmes em sua casa comendo pipoca doce. Ela mora sozinha em um apartamento e muitas vezes não tem tempo para cozinhar e acaba comendo xis, pizzas e cachorro quente. Ela não gosta de ir à academia ou fazer qualquer tipo de exercício físico. Há aproximadamente 2 meses, Lauren estava sentindo dor no peito, fadiga, fraqueza muscular nas pernas e dores de cabeça, e isso está prejudicando sua vida universitária.

Certo dia Lauren ao passear no shopping com sua amiga Daniele estudante de química da UFSM, comentou:

- Ultimamente estou me sentindo mal, com muita dor no peito, cansaço e indisposição para fazer as tarefas da faculdade, não sei o que tenho.

- Amiga, a melhor opção que você pode fazer é procurar um médico e provavelmente ele irá lhe pedir exames de rotina, pois há alguma coisa de errado com sua saúde.

- Certo, amanhã de manhã vou ir no posto de saúde perto de casa para descobrir o que está acontecendo de errado comigo. Muito obrigada pelo conselho Daniele.

No dia seguinte Lauren foi ao posto de saúde para consultar com o clínico geral e foi atendida pela médica Maria Eduarda, Lauren explicou sua situação e realizou os exames de sangue que foram solicitados pela médica. Obtendo os seguintes resultados:

Colesterol HDL	30 mg/dL
Colesterol LDL	150 mg/dL
Colesterol VLDL	20 mg/dL
Colesterol TOTAL	200 mg/dL
Triglicerídeos	200 mg/dL

Curiosa pelos resultados, Lauren liga a sua amiga Daniele para solicitar ajuda.

- Oi! Daniele, já tenho os resultados dos exames médicos, gostaria que você me aconselhasse sobre o que devo fazer, pois acredito que você por estudar química tem conhecimento sobre o assunto.

-Oi Lauren, eu olho os resultados e te ligo.

***Vocês são a amiga de Lauren, e terão que ajudá-la a esclarecer o porquê dos sintomas, analisando os resultados para identificar a doença que está acometendo Lauren e aconselhando como ela pode melhorar sua saúde.***





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.; AIRASIAN, P.; CRUIKSHANK, K.A.; MAYER, R.E.; PINTRICH, P.; RATHS, J.; WITTRICK, M.C. A taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York. **Revista: Educational HORIZONS**. Vol. 83. N.3, p. 154 – 159. 2001.

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa**: Un punto de vista cognoscitivo. México: Editora Trillas. 1976.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BLOOM, B.S.; ENGELHART, M.D.; FURST, E.J.; HILL, W.H.; KRATHWOHL, D.R. **Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain**. New York: Editora David McKay. 1956.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

MAIS EQUILÍBRIO. **A importância das proteínas na dieta**. 2009. Disponível em: <http://www.maisequilibrio.com.br/nutricao/a-importancia-das-proteinas-na-dieta-2-1-1-340.html>. Acesso em: 1 nov. 2015

MOREIRA, M.A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Chile, vol. 7, n. 2, p. 23 – 30. 2008.

O ÓLEO de Lorenzo. Direção de George Miller. Estados Unidos. 1992. 135 min.

PASSOS, S.L.; FRANCISCO, A.C.; QUEIROZ, S.L. Estudos de caso em Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, Brasil, vol. 30, n. 3, p. 731 – 739. 2007.

SUBSTÂNCIAS orgânicas: proteínas I. Programa Me Salva! 2013. (7min), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uvKpehvPfgk>. Acesso em: 21 nov. 2015.

SERRA, F.; VIEIRA, P.S. **Estudos de casos**: Como redigir, como aplicar. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SUBSTÂNCIAS orgânicas: proteínas I. Programa Me Salva! 2013. (7min), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uvKpehvPfgk>. Acesso em: 21 nov. 2015.

VELOSO, R. C. Carboidratos garantem energia e boa alimentação. **Alimentarium, Saúde e Alimentação**. 2009. Disponível em <<http://alimentarium.blogspot.com.br/2009/05/carboidratos-garantem-energia-eboa.html>> Acesso em: 8 dez. 2015.

**APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO INTERMEDIÁRIO (2ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Hoje concluímos a elaboração da sequência didática “*Bioquímica na escola*”, agradecemos sua colaboração e interesse mostrado durante o desenvolvimento do projeto. Como última parte desta fase, gostaríamos de identificar as possíveis contribuições pedagógicas e didáticas que o desenvolvimento da pesquisa forneceu na sua formação docente, por meio do seguinte questionário.

Nome: \_\_\_\_\_

1. Como você define a aprendizagem? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Quais critérios você utilizou para planejar a oficina temática? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Quais critérios você utilizou para selecionar e elaborar as diferentes atividades que compõem “*Bioquímica na escola*”? Justifique. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. A seguinte fase do projeto, corresponde à aplicação da sequência didática em sala de aula. Qual você considera que será seu papel como professor na aplicação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Qual você considera que será o papel do estudante nessa aplicação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Na sua opinião, que contribuições forneceu a elaboração da sequência didática em sua formação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

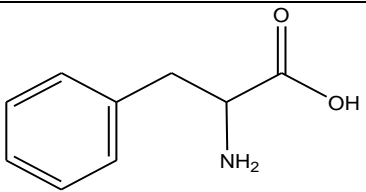
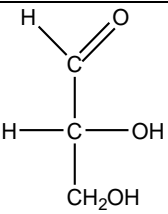
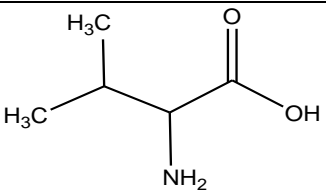
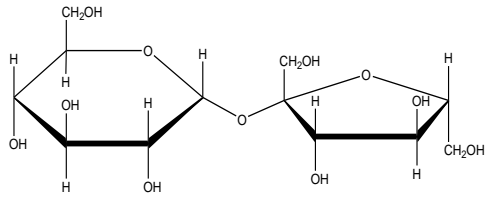
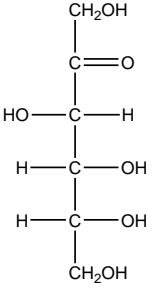
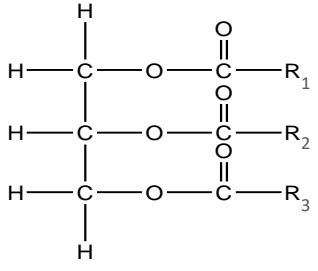
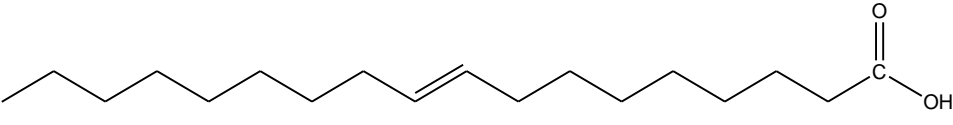
## APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO FINAL DE BIOQUÍMICA (2ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo identificar possíveis contribuições em seu conhecimento disciplinar ou científico sobre os temas abordados na sequência didática sobre bioquímica orgânica.

Nome: \_\_\_\_\_ semestre: \_\_\_\_\_

1. Identifique nas seguintes estruturas as funções orgânicas presentes (nomeie cada uma) e a biomolécula à que pertence.

 <p>_____</p>	 <p>_____</p>	 <p>_____</p>
 <p>_____</p>	 <p>_____</p>	 <p>_____</p>
 <p>_____</p>		

2. Explique do que os organismos estão constituídos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Assinale a macromolécula que possui em sua estrutura grupos hidroxilas e um grupo carbonila (aldeído ou cetônico), que compõe a maior parte da matéria orgânica e serve como fontes e armazenamento de energia, intermediários metabólicos, formam parte do arcabouço estrutural do *RNA* e do *DNA* e é elemento estrutural das paredes celulares de bactérias e vegetais.

b) Lipídeos      b) Carboidratos      c) Proteínas      d) Ácidos Nucleicos.

4. (1) \_\_\_\_\_: São polímeros lineares feitos de monômeros denominados (2) \_\_\_\_\_, constituídos pelas funções orgânicas amina e ácido carboxílico, um átomo de hidrogênio e um grupo R diferenciado correspondente a uma cadeia lateral. Ex: *Ala*, *Gly*.

(1) a) Lipídeos      b) Carboidratos      c) Proteínas      d) Ácidos Nucleicos.

(2) a) Aminoácidos      b) Monossacáridos      c) Nucleotídeo      d) Ácidos Graxos.

5. Como professor de Química como demonstraria de forma experimental a presença de amido em alguns nos embutidos? Como explicaria a seus estudantes o porquê da metodologia experimental escolhida? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Como professor de química da terceira série de ensino médio, em uma de suas aulas você decidiu explicar para seus alunos, utilizando termos de química (bioquímica), o que acontece com o cabelo após a utilização de chapinhas, secadores e coloração. De que forma você explicaria quimicamente isso para seus alunos? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Obrigada por sua colaboração e interesse na pesquisa.*

**APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL (2ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Hoje concluímos a aplicação da sequência didática “*Bioquímica na escola*”, agradecemos desde já sua participação no desenvolvimento do projeto. Como último, gostaríamos de identificar as possíveis contribuições pedagógicas e didáticas que o desenvolvimento da pesquisa forneceu na sua formação docente, por meio do seguinte questionário.

Nome: \_\_\_\_\_

1. Como iniciou cada intervenção em sala de aula para introduzir o novo conteúdo?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Qual você considera que foi seu papel como professor na aplicação da sequência didática? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Qual você considera que foi o papel do estudante na aplicação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Quais foram seus principais obstáculos em sala de aula durante a aplicação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Na sua opinião, a sequência didática auxiliou o processo de ensino – aprendizagem durante a aplicação ( ) SIM ou ( ) NÃO. Por quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Como definiria a aprendizagem? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Na sua opinião, que contribuições forneceu a aplicação da sequência didática em sua formação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DIAGNOSTICO (3ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário investigativo faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao programa de Pós-graduação em Educação em Ciência: Química da vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Agradecemos sua colaboração ao preencher este instrumento, dado que, desta forma você contribuirá ao desenvolvimento da pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Gênero: M (\_\_\_) F (\_\_\_)

**Responda as questões:**

1. Quais são suas disciplinas favoritas? Por quê? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Quais são os meios que utiliza para realizar suas pesquisas? Livros (\_\_\_) Internet (\_\_\_).  
Outros: \_\_\_\_\_

3. Quais são suas expectativas após o término do ensino médio? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Quais são suas expectativas com as atividades que serão desenvolvidas dentro da pesquisa? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. O que você considera que é a Bioquímica? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Onde você considera que a Bioquímica está presente em seu dia a dia? Cite exemplos:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

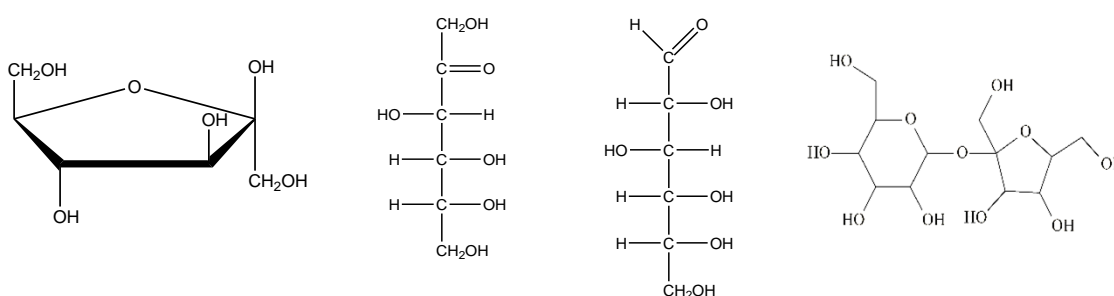
## APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO INICIAL DE CARBOIDRATOS (3ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo identificar o conhecimento prévio sobre os carboidratos para iniciar o desenvolvimento da oficina temática N. 1:

Nome: \_\_\_\_\_

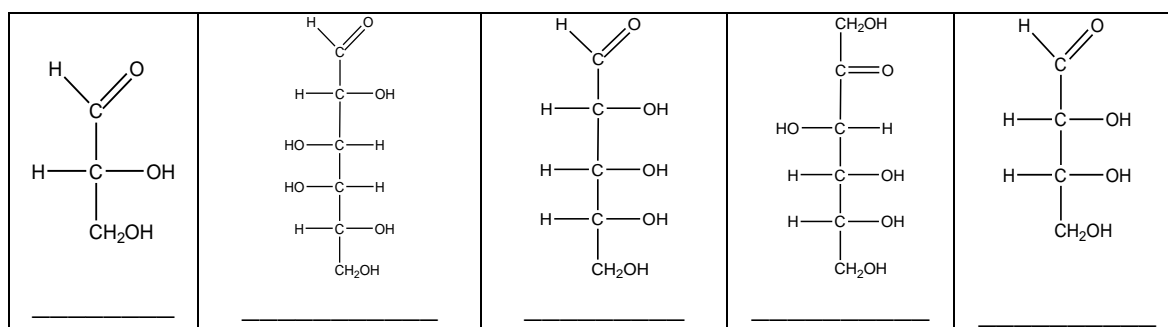
1. O que você considera que são os carboidratos ou glicídios?
2. Em sua opinião quais são as funções biológicas dos carboidratos para o ser vivo?
3. As seguintes fórmulas estruturais correspondem a diferentes carboidratos. Quais são as funções orgânicas que você identifica nessas estruturas:



4. Dos alimentos abaixo quais você considera que contenha carboidratos.



5. O monossacarídeo é o carboidrato mais simples e de acordo com o número de átomos de carbono, podemos ter: trioses, tetroses, pentoses e hexoses. De acordo com esta classificação identifique os monossacarídeos apresentados abaixo:



## APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO FINAL DE CARBOIDRATOS (3ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

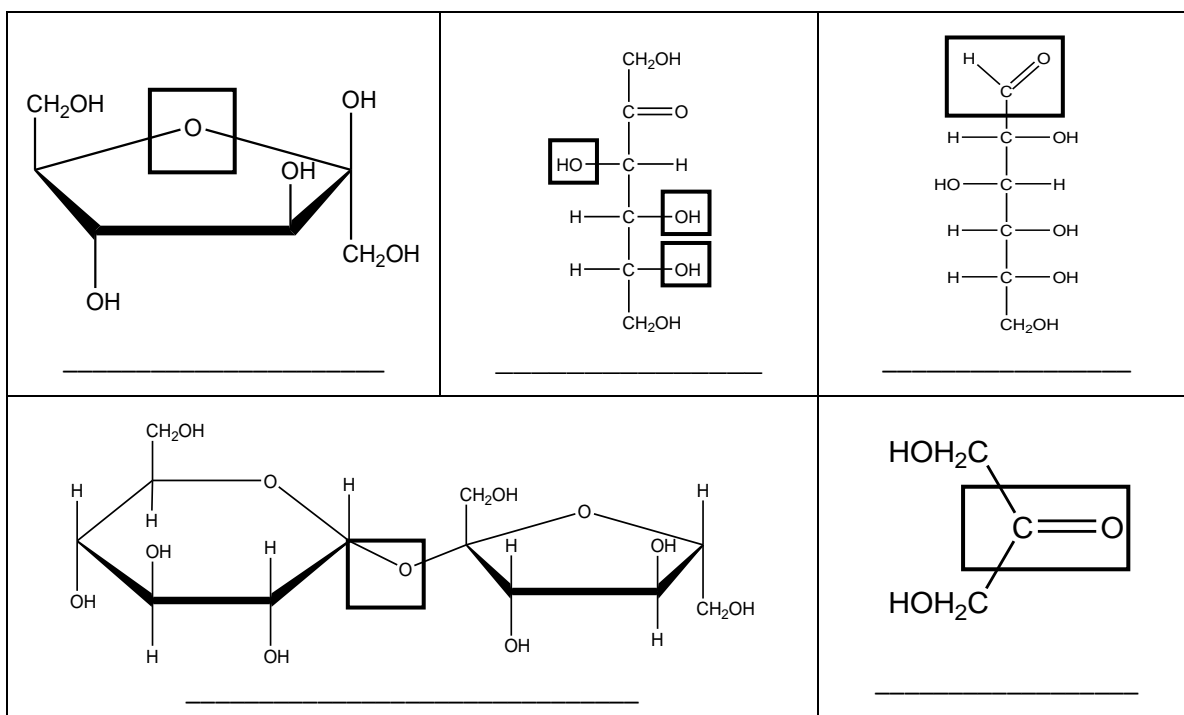
O seguinte questionário tem como objetivo conhecer as contribuições que a oficina temática “*Carboidratos*” forneceu na construção de sua aprendizagem. Agradecemos sua colaboração e interesse no desenvolvimento das atividades desta 1ª etapa.

Nome: \_\_\_\_\_

1. Como são definidos os carboidratos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Nomeie a função orgânica assinalada nas estruturas dos carboidratos apresentados abaixo.



3. Quais são as funções dos carboidratos:

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_



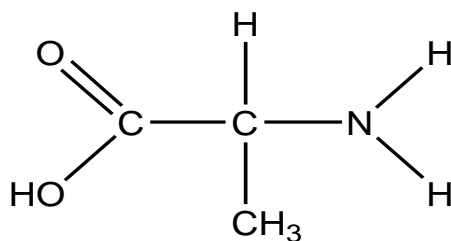


**APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO INICIAL DE PROTEÍNAS (3ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo identificar o conhecimento prévio sobre as proteínas para iniciar o desenvolvimento da oficina temática N.2.

1. A seguinte fórmula estrutural corresponde ao aminoácido *Alanina*. Quais são as funções orgânicas que você identifica nessa estrutura:



2. Na sua opinião o que são aminoácidos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. O que você considera que são proteínas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Qual a relação existente entre as proteínas e aminoácidos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Cite alimentos que apresentem proteínas. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Quais as principais funções biológicas das proteínas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Relacione as seguintes imagens que representam as estruturas das proteínas com sua classificação.



Estrutura terciária



Estrutura primária



Estrutura quaternária



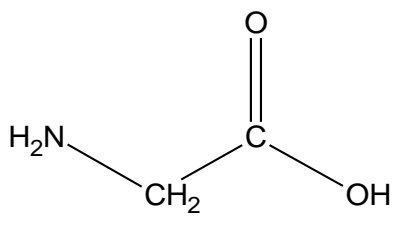
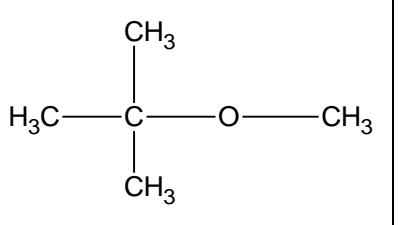
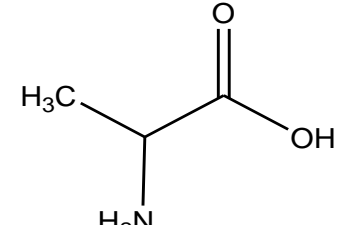
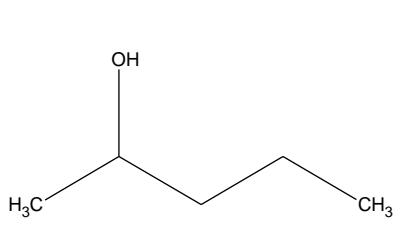
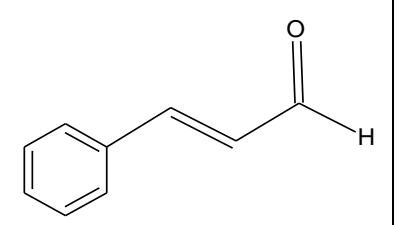
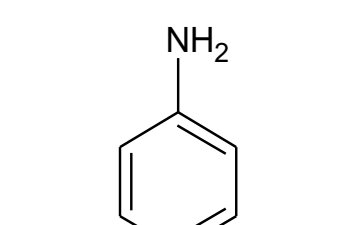
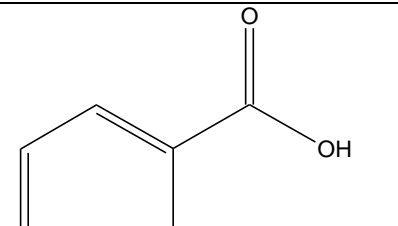
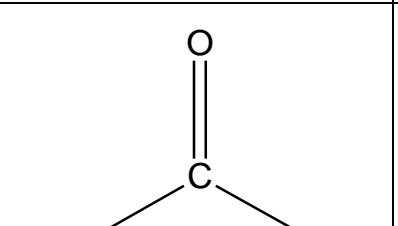
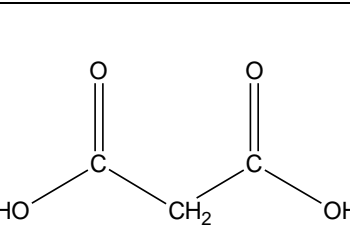
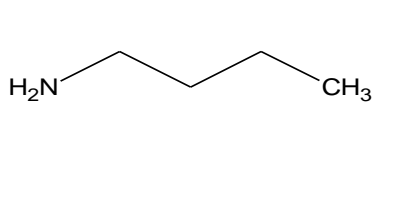
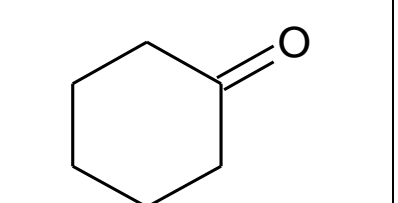
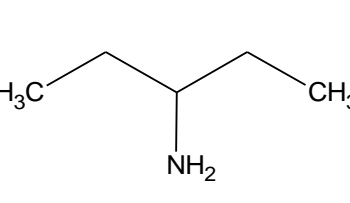
Estrutura secundária

## APÊNDICE M – ATIVIDADE DE REVISÃO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS (3ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Nome: \_\_\_\_\_

Assinale e nomeie as funções orgânicas presentes nas formulas estruturais apresentadas abaixo.

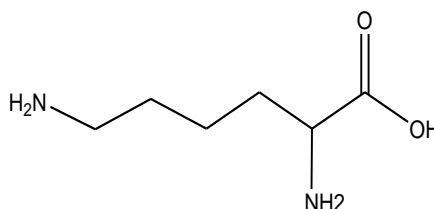
**APÊNDICE N – QUESTIONÁRIO FINAL DE PROTEÍNAS (3ª FASE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo conhecer as contribuições que a oficina temática “*Proteínas*” forneceu na construção de sua aprendizagem. Agradecemos sua colaboração e interesse no desenvolvimento das atividades desta 2ª etapa.

Nome: \_\_\_\_\_

1. A *Lisina* (*Lis*) é um aminoácido que o organismo não é capaz de sintetizar, mas é necessário para o seu funcionamento, é obtido por meio da ingestão de alimentos ricos em proteínas. Por esta razão, a *Lis* é considerada um aminoácido (\_\_\_) essencial ou (\_\_\_) não essencial?
2. A *Lis* tem como fórmula estrutural a apresentada abaixo. Identifique as funções orgânicas presentes.



3. Como podem ser definidos os aminoácidos? \_\_\_\_\_

---

---

---

4. O que são as proteínas? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

5. Mencione as funções biológicas das proteínas:

- a. \_\_\_\_\_
- b. \_\_\_\_\_
- c. \_\_\_\_\_
- d. \_\_\_\_\_
- e. \_\_\_\_\_

6. Dos alimentos apresentados abaixo, indique quais são importantes para que a dieta seja rica em proteínas?



Leite

SIM  NÃO



Laranja

SIM  NÃO



Ovo

SIM  NÃO



Carne

SIM  NÃO



Frutos secos

SIM  NÃO



Alface

SIM  NÃO

7. Abaixo apresentamos diferentes estruturas de uma proteína. Designe para cada estrutura seu nome.

<p>NOME:</p>	<p>NOME:</p>	<p>NOME:</p>	<p>NOME:</p>

## APÊNDICE O – QUESTIONÁRIO INICIAL DE LIPÍDEOS (3ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo identificar o conhecimento prévio sobre os lipídeos para iniciar o desenvolvimento da oficina temática N. 3:

Nome: \_\_\_\_\_

1. O que você considera que são os lipídeos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Das seguintes imagens, quais você acredita que contém lipídeos?



( ) SIM ( ) NÃO



( ) SIM ( ) NÃO

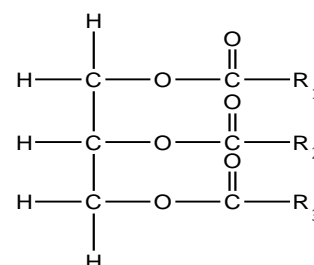
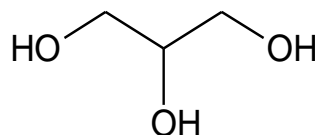
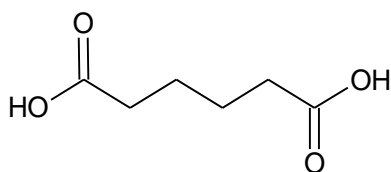


( ) SIM ( ) NÃO



( ) SIM ( ) NÃO

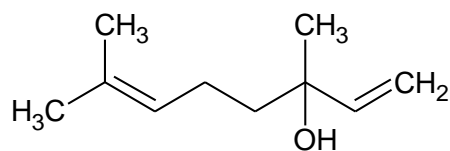
3. Identifique as funções orgânicas em cada uma das seguintes estruturas.



4. Você conhece alguma função dos lipídeos no organismo? ( ) SIM ( ) NÃO. Quais?

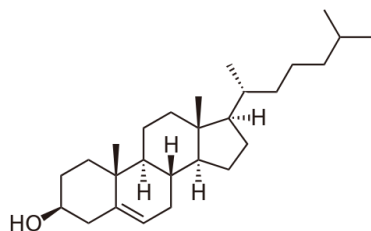
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. As flores da planta conhecida como alfazema ou lavanda são muito utilizadas para a produção de óleos. O linalol é uma das substâncias que compõem o óleo. Analisando a cadeia carbônica do linalol, pode-se concluir que sua cadeia carbônica se classifica como:



- a)  Homogênea  Heterogênea  
 b)  Saturada  Insaturada  
 c)  Ramificada  Não-ramificada

6. A estrutura química apresentada a seguir é a do colesterol. Após analisar a estrutura, pode-se classificar como:



- a)  Polar  Apolar.  
 b)  hidrofílico  Hidrofóbico.

7. As vitaminas são substâncias que o organismo não consegue produzir e são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. De acordo com as estruturas das vitaminas apresentadas classifique-as como:

Vitamina A	<p>The structure shows a cyclohexene ring with three methyl groups (CH<sub>3</sub>) and a long side chain consisting of four conjugated double bonds and a terminal hydroxyl group (-OH).</p> <p><input type="checkbox"/> Lipossolúveis  <input type="checkbox"/> Hidrossolúveis</p>
Vitamina C	<p>The structure shows a five-membered lactone ring with two hydroxyl groups (-OH) on the double bond, and a dihydroxyethyl side chain (-CH(OH)-CH<sub>2</sub>(OH)).</p> <p><input type="checkbox"/> Lipossolúveis  <input type="checkbox"/> Hidrossolúveis</p>

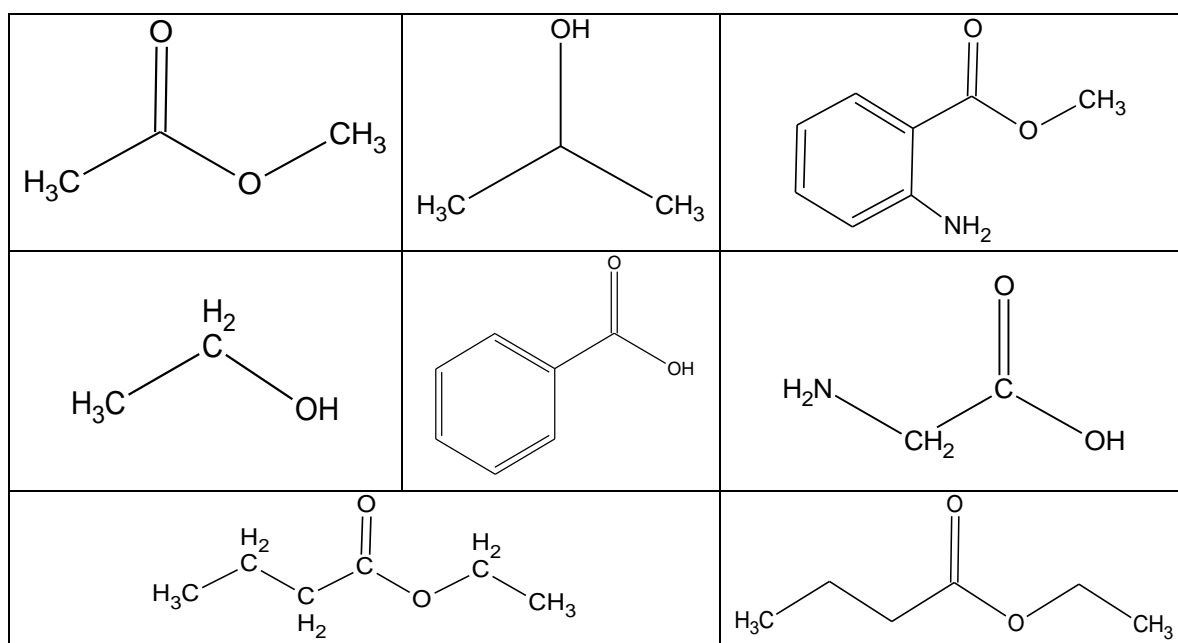


## APÊNDICE P – ATIVIDADE DE REVISÃO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS (3ª FASE)

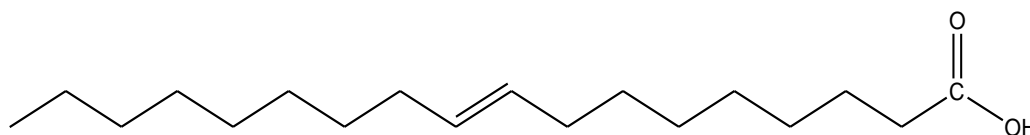
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Nome: \_\_\_\_\_

1. Assinale e nomeie as funções orgânicas presentes nas estruturas químicas apresentadas abaixo.



2. O ácido oleico também conhecido como óleo de oliva, é um ácido graxo de cadeia longa de 18C. Após analisar sua estrutura, pode-se classificar como:



a) Homogênea ( ) ou heterogênea ( ). Por quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Saturada ( ) ou insaturada ( ). Por quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Ramificada ( ) ou não ramificada ( ). Por quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE Q – QUESTIONÁRIO FINAL DE LIPÍDEOS (3ª FASE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário tem como objetivo conhecer as contribuições que a oficina temática “*Lipídeos*” forneceu na construção de sua aprendizagem. Agradecemos sua colaboração e interesse no desenvolvimento das atividades desta 3ª etapa.

1. O que são os lipídeos? \_\_\_\_\_

2. Mencione as funções biológicas dos lipídeos:

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_

d. \_\_\_\_\_

e. \_\_\_\_\_

3. Dos alimentos apresentados abaixo, indique quais contém na sua composição lipídeos.



SIM  NÃO



SIM  NÃO

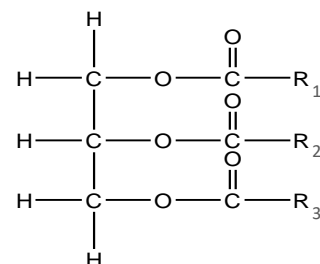
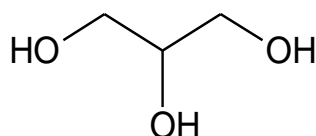
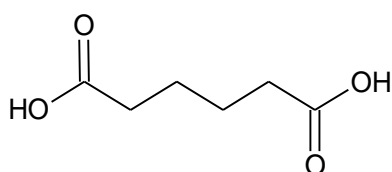


SIM  NÃO

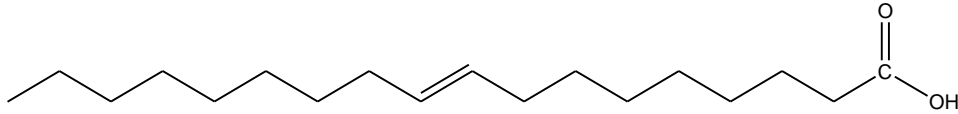


SIM  NÃO

4. Identifique e designe em cada estrutura o nome da função orgânica presente.



6. O óleo de Lorenzo é uma mistura de triglicerídeos, derivados dos ácidos oleico e erúcido. O ácido oleico, o qual pode ser encontrado em \_\_\_\_\_. Tem como estrutura química:



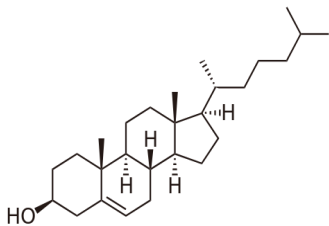
Analisando sua estrutura, pode-se concluir que sua cadeia carbônica se classifica como:

a)  homogênea ou  heterogênea. Porquê? \_\_\_\_\_

b)  saturada ou  insaturada. Porquê? \_\_\_\_\_

c)  ramificada ou  não-ramificada. Porquê? \_\_\_\_\_

7. A estrutura química apresentada a seguir é a do colesterol. Após analisar a estrutura, pode-se classificar como:



a.  polar ou  apolar. Porquê? \_\_\_\_\_

a.  hidrofílico ou  hidrofóbico. Porquê? \_\_\_\_\_

8. As vitaminas são substâncias que o organismo não consegue produzir e são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. De acordo com as estruturas das vitaminas apresentadas classifique-as como:

<p>Vitamina A</p>		<p><input type="checkbox"/> lipossolúveis ou <input type="checkbox"/> hidrossolúveis Porquê? _____</p>
<p>Vitamina C</p>		<p><input type="checkbox"/> lipossolúveis ou <input type="checkbox"/> hidrossolúveis Porquê? _____</p>

## APÊNDICE R – QUESTIONÁRIO FINAL DA PROPOSTA DIDÁTICA

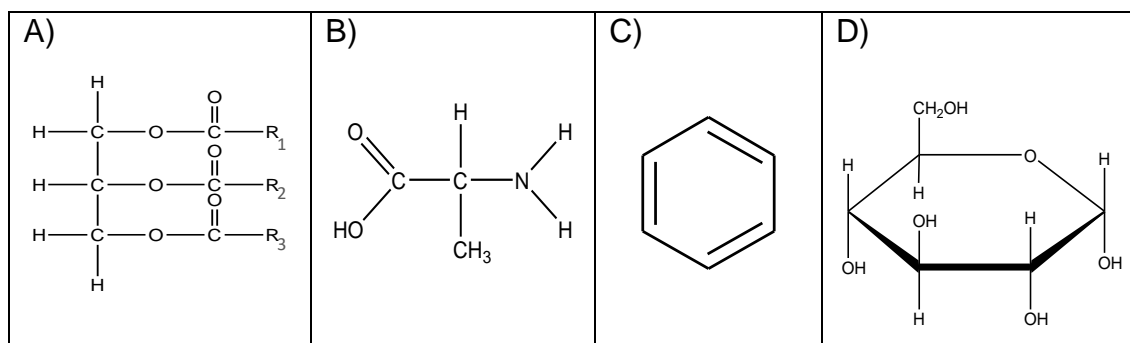
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

O seguinte questionário investigativo faz parte de uma pesquisa de mestrado vinculada ao programa de Pós-graduação em Educação em Ciência: Química da vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. O objetivo deste questionário é evidenciar sua aprendizagem de bioquímica orgânica.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Identifique as estruturas das seguintes biomoléculas:

Proteínas: \_\_\_\_\_ Carboidratos: \_\_\_\_\_ Lipídeos: \_\_\_\_\_



2. Faça um desenho que exemplifique uma função biológica dos lipídeos no organismo. Explique.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Uma fábrica de embutidos está sendo investigada por ter suspeita da presença de mais amido que carne em seus produtos. Como você identificaria experimentalmente, a presença do amido nos embutidos?

---



---



---



---

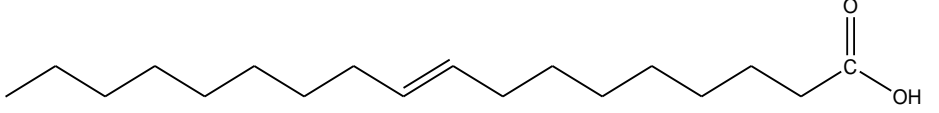
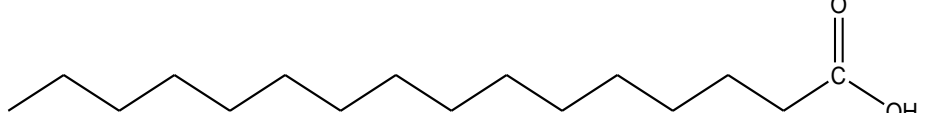
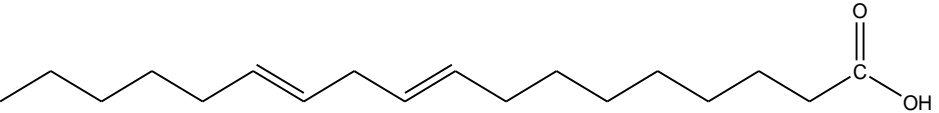


---

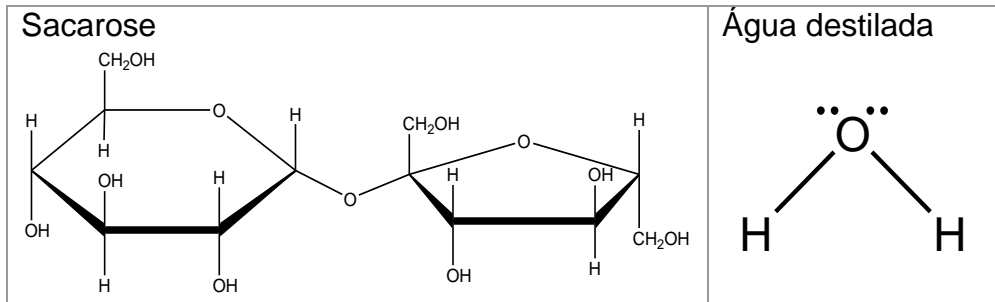


---

4. Compare a solubilidade na água, do óleo de oliva utilizado na cozinha e da sacarose (açúcar). Justifique sua resposta quimicamente, considerando que: O óleo de oliva é formado por triglicerídeos, ácidos graxos e fosfolipídeos. Algumas estruturas dos ácidos graxos presentes no óleo de oliva são:

Ácido Oleico	
Ácido Palmítico	
Ácido Linoleico	

Estruturas da sacarose e da água (solvente):




---



---



---



---



---



---

5. Explique utilizando termos de química, o que acontece com o uso de chapinhas, secadores e coloração no cabelo.

---

---

---

---

---

6. Ricardo é um atleta de 23 anos do sul do Brasil, que necessita mudar sua dieta alimentícia para competir nos jogos olímpicos do Brasil 2016. O propósito da mudança é obter uma nutrição adequada para o treinamento, e para sua posterior recuperação. Desta forma, ele precisa que seu nutricionista elabore uma dieta que obtenha os seguintes objetivos:

- Proporcionar altos níveis de energia para fazer suas atividades.
- Evitar o aumento de peso.
- Gerar uma recuperação muscular adequada, após o exercício, evitando o aumento de massa muscular.

- a. Você é o nutricionista de Ricardo, construa uma dieta nutricional para ele de acordo às suas necessidades, indicando exemplos de alimentos que poderá usar em sua alimentação e o porquê destes.
- b. Classifique os alimentos escolhidos na ordem de importância para alcançar os objetivos da dieta e explique sua classificação.

---

---

---

---

---

---

---

7. Hoje é nosso último encontro! Por esta razão, gostaríamos que você escrevesse sua opinião referente as atividades desenvolvidas: \_\_\_\_\_

---

---

---

Quais dificuldades você teve no desenvolvimento da proposta? \_\_\_\_\_

---

---

---

*Agradecemos sua colaboração e interesse no desenvolvimento das atividades.*