

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**SEPARAÇÃO DE MISTURAS NO ENSINO  
FUNDAMENTAL: MAPAS CONCEITUAIS E  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

**Luís Felipe Souza Paulino da Costa**

Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA,  
área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA

**Orientador: Prof. Romeu Cardozo Rocha Filho**  
**Coorientador: Prof. Dácio Rodney Hartwig**

**São Carlos – SP**  
**2019**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Luis Felipe Souza Paulino da Costa, realizada em 24/01/2019:

---

Prof. Dr. Romeu Cardozo Rocha Filho  
UFSCar

---

Profa. Dra. Cíelia Mara de Paula Marques  
UFSCar

---

Profa. Dra. Ana Cláudia Kasseboehmer  
IQSC/USP

Dedico esse trabalho:

à minha esposa e companheira, Lígia Siqueira, e meu filho Henrique;

à minha mãe Rosana e aos meus irmãos;

ao meu grande incentivador, Mauricio Carlos Ruggiero.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por permitir a conclusão deste trabalho, deste sonho, e a Nossa Senhora, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos.

Aos Profs. Romeu Cardozo Rocha Filho e Dácio Rodney Hartwig, que me orientaram, me incentivaram, e tiveram paciência comigo desde o início e, principalmente, nos momentos mais difíceis da minha caminhada no mestrado profissional do PPGQ, e que sem cujo apoio não seria possível a conclusão deste.

À minha esposa, Lígia Siqueira Barbosa de Souza, pela paciência nos dias de maior cansaço e nos momentos de ausência, e ao meu filho, Henrique Siqueira de Souza, que chegou e me trouxe enorme alegria e ainda mais motivação durante o mestrado.

À minha mãe, Rosana Ávila de Souza, que desde sempre buscou que eu tivesse condições de chegar a esse momento. Ao professor, amigo e pai, Mauricio Carlos Ruggiero, pela ajuda e incentivo de sempre. Aos meus irmãos, que sempre estiveram ao meu lado. À minha avó, Terezinha Ávila de Souza, e ao meu avô, Jacinto Joaquim de Souza, que sempre estiveram comigo para tudo, mas não puderam estar neste momento tão esperado.

Ao meu pai, Luiz Gustavo Paulino da Costa, e aos avós paternos, que, mesmo a distância, sempre torceram pelo meu sucesso.

Às Profas. Karina Omuro Lupetti e Clélia Mara de Paula Marques, pelas sugestões feitas na apresentação do seminário.

Ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos e aos professores que ministraram as disciplinas por mim cursadas durante o mestrado.

À direção do Colégio della Sant'Ana, em especial à sua diretora, Cris Elena Romano, por me incentivar e permitir que parte da minha pesquisa fosse realizada na escola. Também à direção do Colégio Integrada Guaxupé, por permitir ser feita a pesquisa na escola.

Aos amigos e a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar nesse almejado objetivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo seu apoio indireto (código de financiamento 001).

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> – Pontuação para mapas conceituais de acordo com os critérios classificatórios propostos por NOVAK (NOVAK e GOWIN, 1999) .....	45
<b>Tabela 3.2</b> – Pontuação para o mapa conceitual da Figura 4.1 de acordo com os critérios de Novak (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53) .....	47
<b>Tabela 3.3</b> – Pontuação para o mapa conceitual referência da Figura 4.2, de acordo com os critérios de Novak (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53) .....	48
<b>Tabela 4.1</b> – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 1 .....	51
<b>Tabela 4.2</b> – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 2 .....	56
<b>Tabela 4.3</b> – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 3 .....	60
<b>Tabela 4.4</b> – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 4 .....	64
<b>Tabela 4.5</b> – Pontuação dos alunos A15 e A4 no mapa conceitual 5 .....	69
<b>Tabela 4.6</b> – Pontuação dos alunos A1, A17 e A32 no mapa conceitual 6 .....	74
<b>Tabela 4.7</b> – Significado dos valores do coeficiente de correlação de Pearson por faixas de pontuação, segundo COHEN (1988) e DANCEY e REIDY (2006) .....	106
<b>Tabela 4.8</b> – Valores do coeficiente de correlação de Pearson e respectivas intensidades da correlação (segundo Cohen) para a relação entre os diferentes mapas conceituais vs. problemas .....	106

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 1 .....	52
<b>Gráfico 4.2</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 2 .....	57
<b>Gráfico 4.3</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 3 .....	62
<b>Gráfico 4.4</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 4 .....	66
<b>Gráfico 4.5</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 5 .....	72
<b>Gráfico 4.6</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos no mapa conceitual 6 .....	75
<b>Gráfico 4.7</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos A1 até A10 nos mapas conceituais de 1 até 6 .....	80
<b>Gráfico 4.8</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos A11 até A21 nos mapas conceituais de 1 até 6 .....	80
<b>Gráfico 4.9</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos A22 até A32 nos mapas conceituais de 1 até 6 .....	81
<b>Gráfico 4.10</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 1 .....	85
<b>Gráfico 4.11</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 2 .....	86
<b>Gráfico 4.12</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 3 .....	90
<b>Gráfico 4.13</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 4 .....	91
<b>Gráfico 4.14</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 5 .....	95
<b>Gráfico 4.15</b> – Porcentagem de aproveitamento dos alunos na resolução do problema 6 .....	98

<b>Gráfico 4.16</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 1 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 1 .....	100
<b>Gráfico 4.17</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 2 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 2 .....	101
<b>Gráfico 4.18</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 3 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 3 .....	101
<b>Gráfico 4.19</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 4 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 4 .....	102
<b>Gráfico 4.20</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 5 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 5 .....	103
<b>Gráfico 4.21</b> – Porcentagens de aproveitamento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 6 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 6 .....	104
<b>Gráfico 4.22</b> – Média aritmética das porcentagens de aproveitamento dos alunos na proposição dos mapas conceituais, de M1 até M6 .....	105
<b>Gráfico 4.23</b> – Média aritmética das porcentagens de aproveitamento dos alunos na resolução dos problemas, de P1 até P6 .....	105

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Mapa conceitual genérico fundamentado na teoria de Ausubel (adaptado de MOREIRA e MASINI, 1982) .....	11
<b>Figura 3.1</b> – Imagens correspondentes à Experiência 1, com alguns dos materiais e vidrarias usados durante a experiência .....	20
<b>Figura 3.2</b> – Imagens que mostram o aspecto das misturas feitas como parte da Experiência 2, para identificação de misturas heterogêneas e homogêneas .....	23
<b>Figura 3.3</b> – Imagens ilustrativas da Experiência 4, realizada para abordar o tema "separação de misturas" .....	26
<b>Figura 3.4</b> – Imagem que mostra os materiais e reagentes utilizados durante a aplicação do texto instrucional .....	29
<b>Figura 3.5</b> – Imagens que mostram a elaboração dos mapas conceituais no quadro de escrever, juntamente com os alunos para sua familiarização com esses mapas .....	30
<b>Figura 3.6</b> – Esquema de um exemplo de mapa conceitual para pontuação (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53) .....	46
<b>Figura 4.1</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 1.....	50
<b>Figura 4.2</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 1.....	51
<b>Figura 4.3</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A6 referente ao problema 1.....	53
<b>Figura 4.4</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 2.....	54
<b>Figura 4.5</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 2 .....	55
<b>Figura 4.6</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A13 referente ao problema 2 .....	59
<b>Figura 4.7</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 3.....	61
<b>Figura 4.8</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A6 referente ao problema 3 .....	63
<b>Figura 4.9</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 4 .....	65
<b>Figura 4.10</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A6 referente ao problema 4 .....	67
<b>Figura 4.11</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 4 .....	68
<b>Figura 4.12</b> – Mapa conceitual do aluno A15 referente ao problema 5.....	71
<b>Figura 4.13</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A4 referente ao problema 5 .....	72
<b>Figura 4.14</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A17 referente ao problema 6 .....	73
<b>Figura 4.15</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A32 referente ao problema 6 .....	76



<b>Figura 4.16</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 6 .....	77
<b>Figura 4.17</b> – Mapa conceitual feito pelo aluno A19 referente ao problema 6 .....	77
<b>Figura 4.18</b> – Resolução do problema 1 pelo aluno A1.....	82
<b>Figura 4.19</b> – Resolução do problema 1 pelo aluno A12.....	83
<b>Figura 4.20</b> – Resolução do problema 1 pelo aluno A6.....	84
<b>Figura 4.21</b> – Resolução do problema 2 pelo aluno A1 .....	86
<b>Figura 4.22</b> – Resolução do problema 2 pelo aluno A2.....	87
<b>Figura 4.23</b> – Resolução do problema 2 pelo aluno A2.....	89
<b>Figura 4.24</b> – Resolução do problema 3 pelo aluno A1 .....	90
<b>Figura 4.25</b> – Resolução do problema 4 pelo aluno A1.....	92
<b>Figura 4.26</b> – Resolução do problema 4 pelo aluno A10.....	92
<b>Figura 4.27</b> – Resolução do problema 4 pelo aluno A17 .....	94
<b>Figura 4.28</b> – Resolução do problema 5 pelo aluno A17 .....	96
<b>Figura 4.29</b> – Resolução do problema 5 pelo aluno A5 .....	97
<b>Figura 4.30</b> – Resolução do problema 6 pelo aluno A19.....	99
<b>Figura 4.31</b> – Resolução do problema 6 pelo aluno A1 .....	99
<b>Figura 4.32</b> – Relação entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica Fonte: NOVAK (2000, p.62) .....	107
<b>Figura 4.33</b> – Opinião do aluno A25 sobre a utilização dos mapas conceituais.....	109
<b>Figura 4.34</b> – Opinião do aluno A16 sobre a utilização dos mapas conceituais.....	110
<b>Figura 4.35</b> – Opinião do aluno A17 sobre a utilização dos mapas conceituais.....	110
<b>Figura 4.36</b> – Um destaque entre as opiniões do aluno A31 sobre a utilização de mapas conceituais.....	111
<b>Figura 4.37</b> – Opinião do aluno A15 sobre a utilização dos mapas conceituais.....	112

## RESUMO

SEPARAÇÃO DE MISTURAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: MAPAS CONCEITUAIS E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS – Este trabalho de mestrado profissional está focado na seguinte questão de pesquisa: "Como, e em que medida, ocorre o efeito de mapas conceituais na resolução de problemas experimentais referentes a separações de misturas no Ensino Fundamental?". Seus objetivos são: analisar qualitativa e quantitativamente mapas conceituais elaborados pelos alunos; analisar qualitativa e quantitativamente as resoluções dos problemas experimentais propostas pelos alunos; determinar se existem correlações entre os mapas conceituais elaborados e as resoluções de problemas experimentais propostas pelos alunos. Todo o desenvolvimento do trabalho, realizado com alunos de duas escolas particulares de Ensino Fundamental, está baseado na teoria da aprendizagem significativa, com ênfase em mapas conceituais. Foram usados um organizador prévio e um texto instrucional, foram dadas aulas demonstrativas (usando um texto instrucional) e foi feita uma familiarização dos alunos aos mapas conceituais. Em seguida, os alunos organizaram mapas conceituais referentes aos conceitos envolvidos na resolução de seis problemas experimentais, posteriormente resolvidos pelos alunos. Os mapas conceituais e as resoluções de problemas foram analisados quali e quantitativamente, procurando-se determinar se haviam correlações entre eles. A análise dos mapas conceituais foi feita comparativamente a mapas conceituais de referência, organizados segundo os princípios da teoria da aprendizagem significativa (diferenciação progressiva e reconciliação integrativa). Somente encontrou-se uma boa correlação entre os resultados obtidos nos mapas conceituais e as resoluções dos problemas quando os mapas eram lineares. Para os mapas conceituais ramificados, os alunos apresentaram dificuldade para a hierarquização de conceitos, dos mais gerais para os mais específicos, bem como para a reconciliação integrativa; contudo, apresentaram um rendimento crescente ao longo da resolução dos problemas. Finalmente, os alunos (~50%) se manifestaram sobre a utilização de mapas conceituais. Na opinião da maioria, eles se constituem em uma ferramenta facilitadora para a aprendizagem e para a organização daquilo que estavam aprendendo, sendo úteis também para outras matérias.

## ABSTRACT

SEPARATION OF MIXTURES IN JUNIOR HIGH SCHOOL: CONCEPT MAPS AND PROBLEM SOLVING –This professional master's work is focused on the following research question: "How and to what extent does the effect of concept maps on the solving of experimental problems related the separation of mixtures in junior high school?". Its objectives are: to qualitatively and quantitatively analyze concept maps developed by the students; to qualitatively and quantitatively analyze the solutions developed by the students for the experimental problems; to determine whether there are correlations between the concept maps and the solutions for the experimental problems developed by the students. All the work development, carried out with students from two private junior high schools, is based on the theory of meaningful learning, with emphasis on concept maps. An advance organizer was used, demonstrative classes were taught (using an instructional text), and a familiarization of the students with concept maps was done. Afterwards, the students developed concept maps related to the concepts involved in the resolution of six experimental problems, which were later solved by the students. The concept maps and problem solutions were qualitatively and quantitatively analyzed, aiming to determine whether there were correlations between them. The analysis of the concept maps was done comparatively to reference concept maps, organized according to the principles of the theory of meaningful learning (progressive differentiation and integrative reconciliation). A good correlation was found only between the results obtained in the concept maps and the solutions of the problems when the maps were linear. For the branched concept maps, the students had difficulty in the hierarchization of concepts, from more general concepts to less-specific ones, as well as in the integrative reconciliation; nevertheless, they presented an increasing performance along the resolution of the problems. Finally, the students (~50%) expressed themselves on the use of concept maps. According to the majority opinion, they are a facilitative tool for learning and for the organization of what is being learned, also being useful for other subjects.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 – Introdução</b> .....	1
1.1 – Questão de pesquisa e objetivos .....	2
<b>Capítulo 2 – Fundamentação teórica</b> .....	3
2.1 – A teoria de Ausubel .....	3
2.2 – Estrutura cognitiva .....	4
2.3 – Tipos de aprendizagem .....	5
2.4 – Consecução de conceitos .....	6
2.5 – Aprendizagem mecânica .....	6
2.6 – Aprendizagem significativa .....	7
2.7 – Mapas conceituais .....	9
2.8 - Construção de mapas conceituais .....	12
2.9 - Mapas conceituais e o ensino da Química .....	13
<b>Capítulo 3 – Metodologia da pesquisa</b> .....	16
3.1 – Tema "separação de misturas" .....	16
3.2 – Utilização do organizador prévio .....	17
3.3 – Utilização do texto instrucional .....	17
3.4 – Familiarização dos alunos com mapas conceituais .....	29
3.5 – Aplicação e coleta de dados .....	35
3.5.1 – Local da coleta de dados .....	36
3.5.2 – Utilização do mapa conceitual .....	36
3.5.3 – Problemas e seus mapas conceituais de referência .....	37
3.6 – Análise dos mapas conceituais .....	43
3.7 – Critérios de pontuação .....	44
3.7.1 – Proposições .....	44
3.7.2 – Hierarquia .....	44
3.7.3 - Reconciliação integrativa (ligações cruzadas) .....	44
3.7.4 – Exemplos (válidos) .....	44
3.8 – Levantamento das opiniões dos alunos sobre a utilização de mapas conceituais .....	48
3.9 – Tratamento de resíduos .....	48

<b>Capítulo 4 – Resultados e discussão</b> .....	49
4.1 – Análise dos mapas conceituais e das resoluções dos problemas que envolvem os mapas .....	49
4.1.1 – Análise do mapa conceitual 1 .....	50
4.1.2 – Análise do mapa conceitual 2 .....	54
4.1.3 - Análise do mapa conceitual 3 .....	59
4.1.4 – Análise do mapa conceitual 4 .....	64
4.1.5 – Análise do mapa conceitual 5 .....	69
4.1.6 - Análise do mapa conceitual 6 .....	74
4.1.7 – Comparação entre os mapas de 1 a 6 .....	78
4.2 – Análise dos problemas 1 a 6 .....	82
4.2.1 – Análise do problema 1 .....	82
4.2.2 – Análise do problema 2 .....	85
4.2.3 – Análise do problema 3 .....	89
4.2.4 – Análise do problema 4 .....	91
4.2.5 – Análise do problema 5 .....	94
4.2.6 – Análise do problema 6 .....	97
4.3 – Comparação entre mapas conceituais e resoluções dos problemas propostos .....	100
4.4 - Opiniões dos alunos sobre a utilização de mapas conceituais .....	109
<b>Capítulo 5 – Conclusões</b> .....	113
<b>Referências bibliográficas</b> .....	116
<b>Apêndice</b> .....	118

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Depois de algum tempo em sala de aula, seis anos, lecionando a disciplina de Química na Educação Básica, me dei conta de quanto a Química é vista pelos alunos como algo difícil de entender. Mais do que isso, os alunos não veem nenhum significado naquilo que estão aprendendo e, portanto, não tem nenhuma motivação em aprender.

Apesar da ampla importância para a indústria, para o ambiente, enfim, para uma melhor compreensão do mundo em que vivemos, a Química abordada no Ensino Básico quase sempre é vista como um assunto complicado, que não desperta o interesse dos estudantes, mesmo possuindo um conteúdo amplo e que se encontra extremamente presente em nosso dia a dia.

Do ponto de vista cognitivo, resolver problemas requer disponibilidade de um certo número de informações, bem como o relacionamento entre elas. Aí podem estar envolvidos desde pequenos valores até os mais elevados. Quando a resolução de um problema envolve numerosas informações simultâneas, além de suas relações, pode-se ultrapassar o limite da memória de curto prazo, tornando a resolução mais lenta e difícil, principalmente para alunos iniciantes. Diante disso, torna-se indispensável saber organizá-las para serem mais facilmente recuperadas quando forem necessárias.

Nesta dissertação, as informações e suas relações referem-se aos conceitos e respectivos relacionamentos. Para tal organização é proposto o uso de mapas conceituais, que, segundo o entendimento de NAKHLEH (1994), são “uma exibição visual de conceitos que são organizados em hierarquias e ligados por meio de proposições para formar uma rede entreligada de conhecimento armazenado”.

Os mapas conceituais encontram fundamento teórico na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Esta refere-se a um processo pelo qual uma nova informação é assimilada por meio da interação com conceitos relevantes (subsunçores) pré-existentes na estrutura cognitiva. Esta última diz respeito ao conteúdo total organizado e armazenado por um indivíduo em um dado tópico do conhecimento. Tal conteúdo é organizado conforme uma hierarquia conceitual. Se uma nova informação tiver pouca ou nenhuma interação relevante com a estrutura

cognitiva, a aprendizagem é denominada mecânica, não ocorrendo, então, qualquer hierarquização.

A palavra problema deve aqui ser compreendida como sendo uma tarefa que somente pode ser realizada (resolução do problema) a partir de um planejamento experimental proposto pelos próprios alunos, bem como a sua execução. Neste caso, além dos conceitos e relações entre eles, adicionam-se ainda os procedimentos e, conforme mencionado, o aumento de informações aumenta a dificuldade de resolução para um determinado tópico.

Diante disso propõe-se que um problema P, com maior número de informações e relações, seja decomposto em outros seis problemas parciais ( $P_1$  até  $P_6$ ) até compreender P; conseqüentemente, parcela-se também os respectivos mapas conceituais. Desse modo, pretende-se estabelecer uma comparação tanto qualitativa como quantitativa com os problemas parciais entre si, bem como entre estes últimos e o problema não decomposto.

Cabe ressaltar que, no contexto da pesquisa realizada para esta dissertação, a expressão “resolução de problema” não deve ser interpretada como processo de ensino, mas sim como produto do ensino por meio dos mapas conceituais.

## **1.1 – Questão de pesquisa e objetivos**

Diante do exposto, pretende-se estudar a seguinte questão de pesquisa:

Como, e em que medida, ocorre o efeito de mapas conceituais na resolução de problemas experimentais referentes a separações de misturas no Ensino Fundamental?

Portanto, propõe-se atingir os seguintes objetivos:

- 1) analisar qualitativa e quantitativamente mapas conceituais elaborados pelos alunos;
- 2) analisar qualitativa e quantitativamente as resoluções dos problemas experimentais propostas pelos alunos;
- 3) determinar se existem correlações entre os mapas conceituais elaborados e as resoluções de problemas experimentais propostas pelos alunos.

## **CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 – A teoria de Ausubel**

A teoria de David Ausubel é fundamentada na visão cognitivista e, segundo esta, a aprendizagem é a disposição e relação de conceitos na estrutura cognitiva do principiante. Para Ausubel, a aprendizagem significativa na metodologia de ensino precisa fazer determinado sentido para o aluno; assim, a informação deverá ter alguma interação e ancorar-se nos conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno.

A teoria da aprendizagem significativa tem como principal enfoque a aprendizagem cognitiva, pois, segundo a teoria, o conhecimento fornecido ao aprendiz é armazenado de maneira organizada no seu cognitivo. A teoria de Ausubel está totalmente abalizada na aprendizagem por sentido, isto é, uma aprendizagem por significado. O aprendiz recebe a informação de forma que o próprio possa armazenar em seus conhecimentos prévios já adquiridos durante a vida.

Para Ausubel existem dois tipos de aprendizagens possíveis de ocorrer em sala de aula, isto é, a aprendizagem significativa, aquela em que existe compreensão e é duradoura, e a aprendizagem mecânica ou por memorização.

A teoria de Ausubel é também denominada de verbal, uma vez que considera a linguagem como uma componente promotora da aprendizagem significativa, sendo o meio mais eficiente de ensinar e de levar a um conhecimento mais seguro e menos trivial. A operação de conceitos e proposições é aumentada através das propriedades de representação das palavras, pelos signos linguísticos (AUSUBEL et al., 1980; MOREIRA e MASINI, 1982).

Para Ausubel, a aprendizagem para ser significativa deve atender a dois pontos básicos, mas de extremo valor para que ocorra a aprendizagem significativa. O primeiro é que a nova informação faça sentido para o principiante e o segundo seria que o aluno possa estabelecer uma relação entre a nova informação e o conhecimento prévio já fixado em sua estrutura cognitiva. Outro ponto importante



na aprendizagem significativa de Ausubel é que exista disposição do iniciante em aprender, ou seja, é necessário que o aluno esteja motivado.

A aprendizagem significativa “consiste na aquisição duradoura e memorização de uma rede complexa de ideias entrelaçadas que caracterizam uma estrutura organizada de conhecimento que os alunos devem incorporar em suas estruturas cognitivas” (AUSUBEL et al., 1980, p. 10). Este processo envolve a interação da nova informação com uma ou mais ideias relevantes, existentes na estrutura cognitiva do estudante. Ausubel define cada uma destas ideias como um *subsunçor*, que é, nessa concepção, um conceito facilitador ou introdutório para um novo assunto, ou seja, o conhecimento prévio que será ativado para facilitar a inserção de uma nova informação.

Segundo STERNBERG (2000) e POZO (2005), o melhor desempenho de especialistas na resolução de problemas e memorização, comparado ao dos iniciantes, ocorre como consequência de um conjunto organizado e hierarquizado de informações relacionadas e não devido a uma capacidade de análise intrinsecamente maior. Tal fato é constatado nas mais diversas áreas, como, por exemplo, na mecânica, eletrônica, música, história, matemática, ciências sociais, formação de professores, radiologia, interpretação teatral, aerodinâmica e programação de computadores. Quando o conhecimento em um dado tópico está assim organizado, a memorização é mais propícia de estar presente por longo período de tempo, bem como a sua recuperação para uso posterior em resolução de problemas.

## 2.2 – Estrutura cognitiva

A estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um determinado indivíduo, ou, no contexto de aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e organização de suas ideias naquela área particular do conhecimento. Ou seja, a ênfase que se dá é na aquisição, armazenamento e organização das ideias na mente do indivíduo (SOUZA, CELESTRINE et al.).

Para RONCA (1994, p.92):

“O ponto de partida da teoria de ensino proposta por Ausubel é o conjunto de conhecimentos que o aluno traz consigo. A este conjunto de conhecimentos, Ausubel dá o nome de *estrutura cognitiva*, que, segundo ele, é a variável mais importante que o

professor deve levar em consideração para ensinar. A estrutura cognitiva é organizada de forma hierárquica. Novas ideias e informações são aprendidas e retidas na medida em que existem pontos de ancoragem em conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. O professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva. O conteúdo que é assimilado pela estrutura cognitiva assume uma forma hierárquica, onde conceitos mais amplos se superpõem a conceitos menos amplo”.

Segundo AUSUBEL et al. (1980, p. 288) “uma pequena quantidade de conhecimento consolidado é mais utilizável e transferível; uma grande quantidade de conhecimento instável é difuso e completamente inútil.”

## **2.3 – Tipos de aprendizagem**

Para Ausubel existem três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional, a aprendizagem proposicional e a aprendizagem de conceitos.

A aprendizagem representacional se dá pelo conhecimento de símbolos específicos, que são, de maneira geral, as palavras. Esta aprendizagem ocorre quando o aprendiz consegue estabelecer um relacionamento entre o símbolo e o significado do mesmo, sendo o tipo de aprendizagem mais básico.

A aprendizagem proposicional não é apenas entender o que são os símbolos, mas sim perceber quais são as ideias expressas de forma proposicional. Já a aprendizagem proposicional sugere dar significado a novas ideias, expressas na forma de uma proposição.

O terceiro tipo de aprendizagem, conceitual, ocorre quando o aprendiz percebe harmonia em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível (MOREIRA, 2013).

## 2.4 – Consecução de conceitos

Quando novos significados são adquiridos a partir de conhecimento(s) anterior(es), a aprendizagem é denominada significativa. Esta ocorre quando se relaciona uma nova informação com outras informações familiares, de modo não-arbitrário e substantivo (literal) (AUSUBEL et al., 1980, p. 23).

Contrariamente, na aprendizagem mecânica a nova informação não interage com o conhecimento já existente, ou seja, com a estrutura cognitiva do aprendiz e, desse modo, fica isolada, sem ligar-se a conceitos específicos. Isso leva a um rápido esquecimento.

Apesar da diferença fundamental entre os dois tipos de aprendizagem, Ausubel não as considera dicotômicas, mas sim complementares, pois a segunda pode conduzir à primeira. Isso ocorre quando alguém aprende mecanicamente e mais tarde percebe alguma relação com outro conhecimento anterior já disponível.

## 2.5 – Aprendizagem mecânica

Como já mencionado, a produção da aprendizagem pode ocorrer de duas maneiras: aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Esta última acontece quando o recebimento de novas informações ocorre com rara ou nenhuma associação de conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para Ausubel, a aprendizagem mecânica é necessária para iniciantes em certas áreas do conhecimento onde não exista conhecimento prévio, assim, neste caso, servindo de subsunçor. Em princípio, estes subsunçores não estão bem elaborados na estrutura cognitiva, mas, com a introdução de novos conceitos, eles passam a ser melhor elaborados na estrutura cognitiva e, conseqüentemente, capazes de ancorar novos conceitos, tornando a aprendizagem significativa (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987, p. 19):

“Isto é, aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão

ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar nova informações.”

Na aprendizagem mecânica, podem ocorrer relações dos novos conceitos com a estrutura cognitiva, mas isso não significa que a aprendizagem foi significativa onde ocorre interação entre o conceito e a estrutura cognitiva.

Assim, pode-se dizer que a aprendizagem mecânica é a aprendizagem de novas informações quando não existe associação de conceitos com as informações pré-existentes na estrutura cognitiva. Quando isso ocorre, a nova informação é armazenada de forma aleatória; conseqüentemente, há pouca ou nenhuma relação entre esta informação e aquelas já armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz. As informações (conceitos) assim recebidas ficam armazenadas na estrutura cognitiva, mas sem ancorar nos subsunçores nela presentes (MOREIRA e MASINI, 1982).

## **2.6 – Aprendizagem significativa**

A aprendizagem significativa só ocorre quando o aprendiz tem predisposição para aprender, esse é um fator determinante. Segundo PELIZZARI (2002, p.38):

“Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.”

Para propiciar a aprendizagem significativa, Ausubel propõe três aspectos que devem ser considerados na organização de um tópico, a saber: a diferenciação progressiva, a integração reconciliativa, e o organizador prévio.

Ao se organizar o conteúdo de uma disciplina, como a Química, a Física etc., ou de um tópico em particular, a aprendizagem é facilitada quando inicialmente são introduzidas as ideias mais gerais, seguidas das mais específicas. Este processo denomina-se *diferenciação progressiva*. Tal processo é baseado em dois pressupostos (AUSUBEL et al., 1980):

- é mais fácil para o ser humano compreender os aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que formular o todo a partir de suas partes;

- na mente de um aprendiz, a organização do conteúdo de uma disciplina particular é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas ocupam o topo desta estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Após a elaboração da diferenciação progressiva, pode-se estabelecer novas relações entre os conceitos já aprendidos que não eram percebidas anteriormente. Este processo, chamado de *integração reconciliativa*, provoca uma modificação na estrutura cognitiva, que passa a ter outra(s) relação(ões) aí integrada(s).

Como consequência desses dois processos, “Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina” (MOREIRA e MASINI, 1982, p. 23).

O *organizador prévio* visa facilitar a aprendizagem significativa. Ele caracteriza-se por ser um material de caráter introdutório, apresentado antes do novo conteúdo. Portanto, tem por objetivo preencher a lacuna entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, para que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa. O organizador prévio não deve ser confundido com uma mera introdução ou resumo onde se descreve determinados itens do novo assunto. Embora existam vários tipos de organizadores prévios, eles devem ter como característica comum serem “passíveis de apreensão e devem ser apresentados em termos familiares” (AUSUBEL et al, 1980, p. 145).

## 2.7 – Mapas conceituais

Existem vários tipos de mapas conceituais, que são construídos e pensados pelos mais diferentes motivos. Um mapa conceitual visa estruturar e relacionar uma rede de conceitos de uma determinada área do conhecimento.

Sobre os mapas conceituais MOREIRA (2006, p. 9) afirma:

“De uma maneira ampla, mapas conceituais são apenas diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele. Ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de um conhecimento.”

A construção do conhecimento de determinado indivíduo se dá de maneira particular e relaciona-se com a sua história de vida. A informação que é passada ao aprendiz deve ser relacionada com os conhecimentos prévios que ele traz consigo, de sua vida; assim, cada pessoa tem uma maneira muito pessoal e específica de construir o conhecimento. Pensando em um objeto que muitos de nós usamos em nosso dia a dia, uma caneta, a visão que cada indivíduo tem sobre esse mesmo objeto é muito pessoal: como deve ser usada, suas funcionalidades, quais são suas principais características. Mesmo que o uso nos pareça muito comum a todas as pessoas, a visão de cada uma delas sobre o objeto é muito particular. Cada um de nós foi apresentado de uma forma à caneta, o que faz que cada indivíduo tenha uma forma muito pessoal de ver e descrever tal objeto (TAVARES, 2007).

Segundo AUSUBEL (2003, p. 166), citado por TAVARES (2007), para que a construção do conhecimento seja mais eficiente, devemos considerar primeiramente questões que são mais inclusivas e mais gerais sobre um determinado conhecimento:

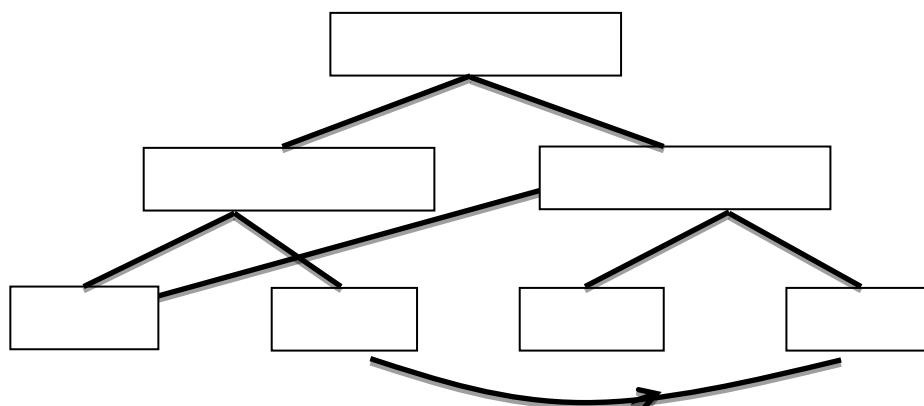
"Quando se programa a matéria a ser lecionada de acordo com o princípio de diferenciação progressiva, apresentam-se, em primeiro lugar, as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade. Esta ordem de apresentação corresponde, presumivelmente, à sequência natural de aquisição de consciência cognitiva e de sofisticação, quando os seres

humanos estão expostos, de forma espontânea, quer a uma área de conhecimentos completamente desconhecida, quer a um ramo desconhecido de um conjunto de conhecimentos familiar. Também corresponde à forma postulada, através da qual se representam, organizam e armazenam estes conhecimentos nas estruturas cognitivas humanas.”

Os mapas conceituais, propostos por Novak e Gowin na década de 1970, constituem-se em diagramas bidimensionais, contendo um conjunto de conceitos e relações entre eles. Um mapa conceitual é organizado hierarquicamente, onde as partes estão relacionadas pelos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Preferencialmente, cada conceito deve estar presente no mapa uma só vez. Entretanto, se um conceito possui muitas relações com outros, a sua repetição pode ser necessária (TOIGO et al., 2012). Esses mapas hierárquicos são estruturados de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e, desse modo, contribuem de maneira mais eficiente para a construção do conhecimento do aprendiz.

Um esquema geral de um mapa conceitual é dado na Figura 1. No topo tem-se o conceito mais abrangente, com maior poder de generalização, denominado superordenado; logo abaixo, os conceitos subordinados ao primeiro e, por último, aqueles mais específicos ou também exemplos.

Os conceitos podem ser escritos no interior das figuras retangulares conectadas por linhas que representam as relações entre eles. Uma palavra ou frase deve ser colocada na linha, para explicitar a relação que é denominada proposição; ela é constituída por pelo menos dois conceitos ligados por palavra(s) chave(s). A proposição evidencia o significado da relação conceitual. Quando necessário, convém colocar uma seta nas linhas que unem os conceitos, para indicar qual deles é o derivado.



**Figura 2.1:** Mapa conceitual genérico fundamentado na teoria de Ausubel (adaptado de MOREIRA e MASINI, 1982).

A diferenciação progressiva corresponde à leitura do mapa partindo do topo para baixo. A diferenciação progressiva de um determinado conceito é feita desdobrando-o em conceitos que estão contidos no conceito anterior, ou seja, conceitos menos gerais ou inclusivos, e assim sucessivamente.

“As ideias mais inclusivas e amplamente explicativas ocupam uma posição no ápice da pirâmide e englobam progressivamente as ideias menos inclusivas, ou mais altamente diferenciadas, cada uma associada a um nível mais alto e complexo da hierarquia, através dos elos assimilativos” (AUSUBEL et al., 1980, p. 107).

A reconciliação integrativa, também chamada relação cruzada, refere-se às linhas unindo dois conceitos de diferentes setores do mapa. Ela possibilita o relacionamento entre conceitos que aparentemente não têm nenhuma associação, ou até mesmo relacionar dois conceitos que estão em ramos diferentes do dado mapa conceitual.

A diferenciação progressiva, uma vez elaborada a primeira versão do mapa conceitual, permite identificar se os conceitos chaves do conteúdo estão presentes em sua totalidade ou se um ou mais está(ão) ausente(s). Pelas proposições formadas, pode-se identificar se são válidas ou não, ou ainda verificar conceitos entre os quais os alunos não estabelecem qualquer relação ou apenas relações parciais. Identifica-se também os conhecimentos prévios, que são aqueles de maior relevância para promover a aprendizagem significativa, segundo AUSUBEL et al. (1980). Esse quadro propicia ao docente analisar se o conjunto de conceitos e



suas relações elaborado pelos alunos está coerente ou não com o tópico que se pretende ensinar. Permite, portanto, uma orientação do processo de ensino e aprendizagem.

Os mapas conceituais possuem diversas finalidades, entre as quais as seguintes: extrair os conceitos e relações essenciais de um texto escrito; sistematizar a aprendizagem obtida a partir de um trabalho prático ou teórico; preparar trabalhos escritos ou exposições orais; avaliar os conhecimentos dos alunos no decorrer do estudo de algum assunto; auxiliar a compreensão de texto científico; etc.

Os mapas conceituais podem ser facilitadores da aprendizagem em uma determinada área do conhecimento, onde o aluno pode perceber quais são as suas dificuldades em relação ao conteúdo proposto. Nas idas e voltas de estudos para a elaboração de um mapa conceitual de um determinado tema, o aprendiz vai tendo clareza e especificidade para completar as lacunas que ainda faltam e, assim, tornando-se capaz de construir o seu próprio caminho de aprendizagem. Os mapas conceituais podem servir também para um especialista explicitar o seu conhecimento (TAVARES, 2007).

Nesse sentido, segundo NOVAK e GOWIN (1999, p. 31):

“Os mapas conceituais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. Um mapa conceitual também pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando alguns trajetos que se podem seguir para ligar os significados de conceitos de forma que resultem proposições. Depois de terminada a tarefa de aprendizagem, os mapas conceituais mostram um resumo esquemático do que foi aprendido.”

## **2.8 – Construção de mapas conceituais**

A construção de mapas conceituais necessita da participação direta do professor para explicações e para que o aprendiz possa entender o seu funcionamento de maneira correta. Segundo MOREIRA (2006, p. 16):

“Contudo, contrariamente a textos e outros materiais instrucionais, mapas conceituais não dispensam explicações do professor. A natureza idiossincrática de um mapa conceitual, dada por quem faz o mapa (o professor, no caso), torna necessário que o professor guie o aluno através do mapa quando o utiliza como recurso instrucional (BOGDEN, 1977). Além disso, apesar de que os mapas podem ser empregados para dar uma visão geral prévia do que vai ser estudado, eles devem ser usados preferentemente quando os alunos já têm uma certa noção do assunto. Neste caso, podem ser utilizados para integrar e reconciliar relações entre conceitos e promover a diferenciação conceitual. Os conceitos e as linhas que ligam conceitos em um mapa conceitual não terão significado para os alunos a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham pelo menos alguma familiaridade com a matéria de ensino.”

Para ensinar os alunos a construir mapas conceituais, deve-se iniciar com algum assunto que seja familiar, para que o fator conteúdo não seja um obstáculo na elaboração do mapa. Dois procedimentos são mais comuns:

- fornecer uma listagem com reduzido número de conceitos já conhecidos pelos alunos e solicitar a construção do mapa;
- fornecer um texto corrido não muito extenso e solicitar que daí sejam identificados os conceitos, bem como as suas relações, para a elaboração do mapa correspondente.

Estes dois procedimentos serão utilizados, conforme referência bibliográfica apresentada na metodologia.

## **2.9 – Mapas conceituais e o ensino de Química**

Mapas conceituais têm sido usados no ensino de Física (e em muitas outras áreas), como resenhado por MOREIRA (2006). No ensino de Química, eles também vêm sendo usados há bastante tempo, seja visando facilitar a aprendizagem ou para avalia-la – veja-se, por exemplo, os artigos de REGIS et al.

(1996), EARL (2007), TRINDADE e HARTWIG (2012), LIMA et al. (2017), e FIALHO et al. (2018).

REGIS et al. (1996) descreveram sua experiência e percepções sobre o uso de mapas conceituais em suas aulas de Química Geral, como participantes de um projeto de pesquisa em ação voltado à melhoria do ensino de Química em escolas secundárias. Inicialmente, eles usaram os mapas conceituais como instrumentos de avaliação. Logo perceberam que os mapas conceituais feitos pelos alunos eram representações altamente idiossincráticas, de um conhecimento de domínio específico, sendo que as diferenças interindividuais que ocorriam entre eles chamavam muito mais a atenção do que suas similaridades. Cientes disso, com o decorrer do tempo, passaram a focar as mudanças no conteúdo e na organização dos mapas conceituais ao longo do tempo de aprendizagem, bem como a ajudar os alunos a se tornarem conscientes disso e a criticarem seus próprios mapas e os dos colegas.

EARL (2007), por sua vez, relatou o uso de mapas conceituais para sumariar as conexões entre os tópicos ensinados no primeiro semestre de um curso de Química Geral. Segundo o autor, ele passou a usar esses mapas conceituais porque eles contribuem para fortalecer o processo de aprendizagem significativa. Por outro lado, seu uso também permite orientar a classe sobre como qualquer dado tópico se relaciona ao resto do material no curso, ou mesmo onde o material de uma dada aula se encaixa no quadro mais amplo.

TRINDADE e HARTWIG (2012), baseando-se na concepção de aprendizagem significativa, no contexto de um minicurso sobre ligações químicas, usaram mapas conceituais como forma de avaliação dos alunos. Concluíram que os mapas conceituais, apesar da resistência dos alunos a aceitá-los, são “um recurso válido para sondar em profundidade as limitações e potencialidades de aprendizagem dos alunos, mesmo em terrenos muito áridos, onde predomina a falta de motivação para a aprendizagem significativa e a ausência de recursos materiais”. Em suas conclusões, os autores sugerem que a metodologia dos mapas conceituais deveria ser incorporada ao dia a dia escolar desde os primeiros anos.

LIMA et al. (2017) também usaram mapas conceituais como instrumento de avaliação do assunto funções da química orgânica e sua relação com as plantas medicinais (numa turma do 3º ano do Ensino Médio). Segundo os autores, esse uso dos mapas conceituais “contribuiu efetivamente para a avaliação

formativa, com aspectos que propiciam o desenvolvimento cognitivo dos alunos e a reflexão por parte do professor, além de ser subsídio para redimensionar o processo.”

Recentemente, FIALHO et al. (2018) relataram o uso de mapas conceituais no estudo do tópico “tabela periódica dos elementos”., no contexto de um projeto do PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. Segundo os autores, apesar de inicialmente os alunos terem encontrado muitas dificuldades na elaboração dos mapas (chegaram a classificar a atividades como “chata”), eles foram ficando melhores ao longo do processo. Esta conclusão é similar a uma exposta por REGIS et al. (1996), que também destacaram a evolução dos mapas conceituais à medida que o tempo de aprendizagem avança.

Quanto à aplicação de mapas conceituais especificamente ao ensino do tema “separação de misturas”, tanto quanto pudemos verificar, não existe nenhum artigo publicado, exceto por um resumo de trabalho apresentado em um congresso (PEREIRA et al., 2008). Nesse trabalho, mapas conceituais foram usados para verificar se ocorreu aprendizagem significativa após uma aula experimental sobre o tema.

## CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

Inicialmente, cabe destacar que esta pesquisa tem caráter qualitativo e quantitativo referente ao uso de mapas conceituais por duas turmas do 9º ano do ensino Fundamental, em horário regular de aula. Sua aplicação foi feita num total de 26 horas-aula, durante 13 semanas (para mais detalhes, vide a seção 3.5.1).

Iniciou-se as aulas com um organizador prévio (vide a seção 3.2), que apresentou a importância dos processos de separação de misturas. Posteriormente foi desenvolvida a familiarização dos alunos com os mapas conceituais, conforme diretrizes de NOVAK e GOWIN (1999) e GOWIN e ALVAREZ (2005).

Seguiram-se, então, aulas expositivas acompanhadas de texto instrucional desenvolvido exclusivamente para a aplicação da pesquisa, o qual envolve o conteúdo de separação de misturas, contemplando os aspectos mencionados no capítulo anterior referentes à teoria de Ausubel (diferenciação progressiva e reconciliação integrativa).

Terminadas as aulas expositivas, foram fornecidos aos alunos os problemas parciais  $P_1$ ,  $P_2$ , ..., até  $P_6$ , nesta sequência. Após o término da resolução de  $P_6$ , todos os problemas foram resolvidos e vinculados a um respectivo mapa conceitual.

### 3.1 – Tema "separação de misturas"

O tema "separação de misturas" é tratado inicialmente no 9º ano do Ensino Fundamental. Ele foi escolhido como tema de pesquisa por sua importância dentro da Química. Na natureza, raramente uma substância é encontrada no seu estado puro; por exemplo, a produção de remédios exige substâncias puras. Sendo assim, os métodos de separação de misturas tornam-se extremamente importante em certos aspectos do dia a dia.

Para a pesquisa, utilizou-se a nomenclatura dos processos de separação de misturas usada nos livros didáticos referentes ao 9º ano do Ensino Fundamental. Durante a aplicação da pesquisa, foram trabalhados processos de

separação de misturas que envolvem misturas heterogêneas e misturas homogêneas.

Durante o processo de ensino (especificamente quando se usou o texto instrucional), aos alunos foram explicados temas importantes para que se entenda o tópico separações de misturas; assim, foram abordados e discutidos os conceitos de matéria e substância, além de propriedades gerais e específicas da matéria.

Dentro do tema separação de misturas, primeiramente foram trabalhadas as misturas heterogêneas, que envolvem processos macroscópicos, mais simples e claros para compreensão dos discentes. Em seguida, foram trabalhados os processos que envolvem misturas homogêneas.

### **3.2 – Utilização do organizador prévio**

A introdução ao tema separação de misturas ocorreu por meio de dois vídeos, pré-selecionados como organizadores prévios, listados abaixo:

– "Dá para separar o sal da água do mar?" – Química - Ensino Médio - Telecurso. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KByOOu1koWs> (acessado em 17 de dezembro de 2018).

– "O que é água pura" – Química - Ensino Médio - Telecurso. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fbmsgDV6qMA> (acessado em 17 de dezembro de 2018).

Após a exibição de cada um dos vídeos, foi feito um debate com os alunos sobre a importância dos processos de separação para o nosso dia a dia e, a partir daí, já foram sendo identificados alguns dos processos a serem estudados.

### **3.3 – Utilização do texto instrucional**

Após a utilização do organizador prévio, foram trabalhados com os alunos um texto instrucional e exercícios (vide abaixo) sobre propriedades da matéria, como substância ou material. Esse texto foi elaborado tendo por base a teoria de Ausubel da aprendizagem significativa e os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Os exercícios escolhidos visaram fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos com relação ao tema.

### Texto Instrucional

Os filósofos antigos, que viveram antes de Sócrates (470/299 a.C.), são chamados de filósofos da natureza, pois investigavam questões relacionadas a esta e, fundamentalmente, as referentes aos constituintes da matéria.

Se olharmos ao nosso redor, notaremos que tanto os seres vivos (animais e plantas) como os seres inanimados (pedra, água, papel, etc.) sempre ocupam um lugar no espaço e têm massa que pode ser determinada por uma balança. Perceba agora uma diferença fundamental: a luz atravessa um vidro sem quebrá-lo, enquanto que uma pedra não. Portanto o vidro e a pedra possuem propriedades muito diferentes. Uma propriedade que diferencia a luz de uma pedra, papel, lápis, etc. é que a luz não é constituída de matéria, mas uma pedra e qualquer outro objeto são constituídos de matéria.

Desse modo, sendo a matéria constituinte dos corpos que formam o nosso universo, ela pode ser assim definida: matéria é tudo o que tem massa e volume. Note que ter volume significa ocupar certo lugar no espaço.

Toda matéria possui propriedades que podem ser classificadas de duas maneiras, ou seja, gerais e específicas. As propriedades gerais são aquelas em comum a todas as porções de matéria, independentemente da(s) substância(s) da(s) qual(is) ela é constituída. Por exemplo, massa e volume são propriedades gerais, que podem assumir qualquer valor. Utilizando somente as propriedades gerais, não é possível identificar nenhuma porção de matéria, seja ela constituída de uma substância ou de duas ou mais substâncias (neste caso, a porção de matéria é denominada de *material*). Já as propriedades específicas são aquelas que apresentam características inerentes a cada substância ou material; exemplos mais comuns são a temperatura de ebulição, a temperatura de fusão e a densidade.

A tabela a seguir mostra os valores das propriedades específicas para algumas substâncias e dois materiais.

**Tabela 1 – Propriedades específicas de algumas substâncias e materiais.**

Substância ou mistura	Ponto de fusão a 1 atm (°C)	Ponto de ebulição a 1 atm (°C)	Densidade a 25 °C (g/cm <sup>3</sup> )
Água (H <sub>2</sub> O)	0	100	1,00
Cloreto de sódio (NaCl)	801	1413	2,16
Etanol (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH)	-114,3	78,4	0,78
Chumbo (Pb)	327,4	1740	11,34
Bronze	900 – 940*	–	8,4 – 8,7*
Granito	1215 – 1260*	–	2,65 – 2,75*

\* depende da composição.

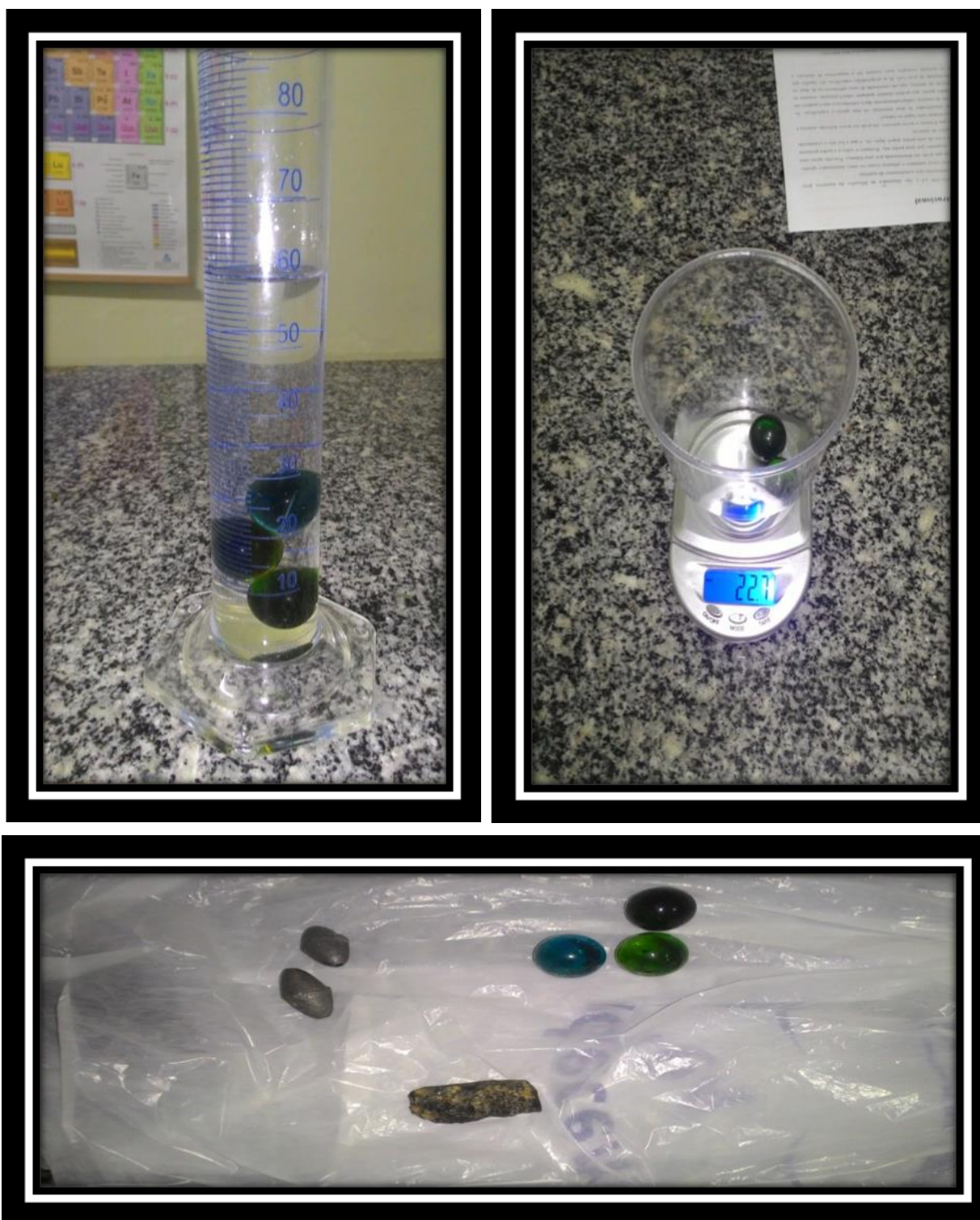
Vejamos a seguir como determinar a densidade de alguns materiais.

Após o texto de introdução, utilizou-se uma experiência para dar significado ao conteúdo expresso no texto. O material utilizado nesta experiência é mostrado na Figura 1.

<b>Experiência 1</b>			
<p>Utilizando uma balança e uma proveta de 100 mL contendo 50 mL de água, determine a massa e o volume de alguns corpos sólidos e em seguida preencha a tabela abaixo, calculando a densidade de cada corpo.</p>			
<b>Tabela 2 - Tabela para determinação da densidade de alguns corpos.</b>			
<b>Corpos</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Volume (mL)</b>	<b>Densidade (g/mL)*</b>
1 bolinha de gude			
1 bolinha de chumbo	_____	_____	_____
1 pedra pequena			
3 bolinhas de gude			
3 bolinhas de chumbo	_____	_____	_____
*Lembre-se que $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$			

Após a realização da Experiência 1, foi solicitado que os alunos respondessem perguntas relacionadas ao tema, mostradas abaixo (após a Figura 3.1). Ainda se pôde, juntamente com os alunos, chegar à conclusão de como calcular a densidade de um corpo e, portanto, deduzir a fórmula da densidade.





**Figura 3.1** – Imagens correspondentes à Experiência 1, com alguns dos materiais e vidrarias usados durante a experiência

Observando os valores obtidos para as relações de massa/volume (densidade) correspondentes a uma bolinha de gude e a três bolinhas de gude, os valores para a densidade dessas bolinhas são próximos ou diferentes? Explique.

Pensando ainda na atividade acima, qual seria o volume de uma pedra feita do mesmo material da utilizada no experimento, porém, com o dobro de massa? E para uma outra pedra com o triplo do volume, qual seria sua massa? Explique.

Como vimos, densidade é uma propriedade específica da matéria e pode ser calculada simplesmente pela razão da massa da porção de substância (ou material) pelo volume que ela ocupa.

$$d = \frac{m}{V}$$

onde:  $d$  = densidade  
 $m$  = massa  
 $V$  = volume

Em seguida, visando introduzir o conceito de misturas, trabalhou-se a continuação do texto instrucional com a Experiência 2, reproduzida abaixo. Essa experiência foi feita utilizando os seguintes reagentes/materiais: água, sal de cozinha, areia (previamente lavada), açúcar, álcool e óleo de soja. Foram feitas misturas de cada um dos reagentes/materiais com água e, em seguida, pediu-se para os alunos determinarem qual(ais) era(m) uma mistura heterogênea e qual(ais) era(m) uma mistura homogênea. Essas misturas são mostradas na Figura 3.2.

Juntando-se duas ou mais substâncias, podemos obter dois tipos de misturas. Vejamos quais são elas, observando o que segue.

### Experiência 2

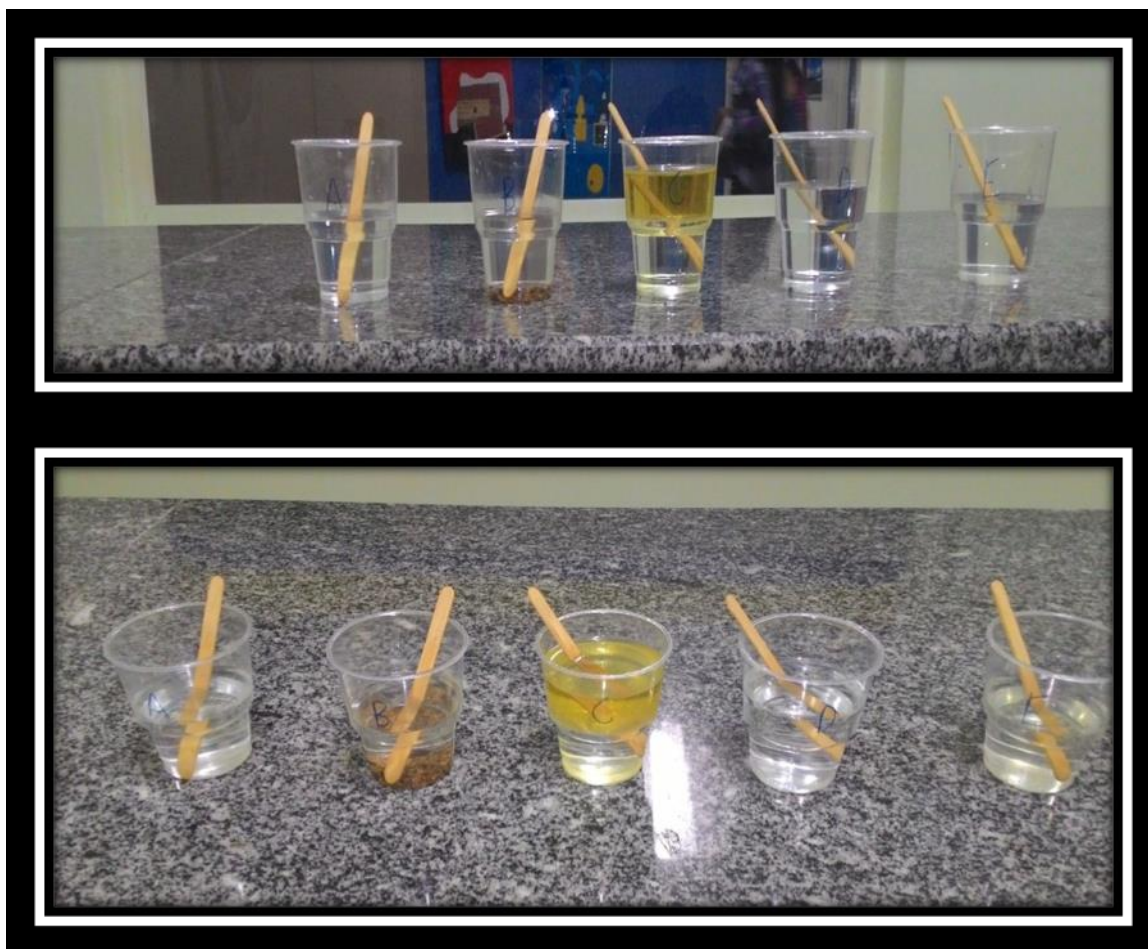
O experimento a seguir é proposto para identificar misturas heterogêneas e misturas homogêneas. Serão utilizados: água, sal de cozinha, óleo de cozinha, areia, álcool, béqueres, provetas e espátulas.

Utilizando 100 mL de água em um béquer, adicione 10 g de sal de cozinha e agite bem. Repita este procedimento para 10 g de areia, de óleo de cozinha e de álcool. Em seguida preencha a tabela a seguir, identificando cada uma das misturas preparadas como homogênea ou heterogênea.

Mistura	Tipo de mistura
I - Água + sal de cozinha	
II - Água + areia	
III - Água + óleo de cozinha	
IV - Água + álcool	
VI - Água + açúcar	

Como já visto, quando uma porção de matéria é constituída de duas ou mais substâncias, temos uma mistura. Uma mistura pode ser formada a partir de gases, líquidos, sólidos, um líquido e um sólido, um líquido e um gás, um sólido e um gás, etc. Por outro lado, o aspecto de uma mistura, visualmente e ponto a ponto, pode ser homogêneo ou heterogêneo. Consequentemente, podemos dizer que existem dois tipos de misturas, as homogêneas e as heterogêneas.

Existem dois tipos de misturas homogêneas, ou seja, aquelas em que as substâncias que as compõem são miscíveis em qualquer proporção (chamadas simplesmente de misturas) e aquelas em que as substâncias que as compõem são miscíveis somente em determinadas proporções (essas chamadas de soluções). Especificamente no caso das soluções binárias (misturas formadas por duas substâncias), elas são constituídas por um soluto e um solvente. Ao se preparar uma solução binária, o soluto é a substância que será dissolvida na outra, chamada de solvente; a este processo damos o nome de dissolução. Por exemplo, a dissolução do sal de cozinha (soluto) em água (solvente), formando uma solução. Por outro lado, uma mistura constituída por dois gases quaisquer é um exemplo de uma mistura homogênea; outro exemplo é a mistura líquida água-etanol, pois estas substâncias se misturam em qualquer proporção.



**Figura 3.2** – Imagens que mostram o aspecto das misturas feitas como parte da Experiência 2, para identificação de misturas heterogêneas e homogêneas.

Em seguida, para introduzir de forma significativa o conceito de solubilidade aos alunos, foi proposta a Experiência 3.

Um sólido quando colocado gradualmente em um líquido (solvente) sofre dissolução até certo ponto. Isto é, observa-se que existe uma quantidade máxima desse sólido que se dissolve no dado volume do solvente. A partir deste limite, todo o sólido adicionado a mais deposita-se no fundo do recipiente, formando o que chamamos de *corpo de fundo* ou *corpo de chão*. Neste caso, podemos dizer que a solução está saturada, pois a quantidade dissolvida do sólido é a máxima possível naquele volume de solvente. Esta quantidade máxima é conhecida como *solubilidade*. Por exemplo, para um volume de 100 mL de água, a solubilidade do sal de cozinha é aproximadamente 36 g, na temperatura ambiente.

### Experiência 3

Agora utilizando uma balança e um béquer (A), pese 20 gramas de sal de cozinha. Em outro béquer (B), pese 36 gramas de sal. Em um terceiro béquer (C), pese 40 gramas de sal. Usando uma proveta de 100 mililitros, transfira 100 mililitros de água para cada um dos béqueres. Em seguida, agite bem o conteúdo dos béqueres. O que você pode concluir?

Se você adicionar 2 gramas a mais nos béqueres A e B, e agitar a mistura, o que acontece?

Nos exemplos acima, podemos perceber duas situações distintas, caracterizadas pela presença ou não de corpo de fundo. Quando este está presente, podemos classificar a solução como *solução saturada*, na qual a quantidade de soluto dissolvido corresponde à sua solubilidade em 100 mililitros de água. Um sistema composto de uma solução saturada na presença de um corpo de fundo é um material heterogêneo. Na ausência de corpo de fundo, comumente tem-se uma *solução insaturada*; nela a quantidade de soluto dissolvida é inferior à sua solubilidade no dado volume de solvente.

Uma mistura heterogênea caracteriza-se por apresentar mais de uma fase. Misturas heterogêneas são bem mais fáceis de serem identificadas; claramente, contêm diferentes componentes. Uma mistura heterogênea não apresenta as mesmas propriedades em toda a sua extensão. Mas, será possível separar as misturas vistas anteriormente? Explique.

Com a realização das Experiências 2 e 3, pôde-se ter indícios de que os alunos atingiram melhor compreensão dos conceitos e, conseqüentemente, houve um bom entendimento do conteúdo como um todo. Até aqui, se conseguiu mostrar todo o conteúdo necessário para então entrar no tema "separação de misturas". Para introdução desse tema, utilizou-se a Experiência 4. Imagens ilustrativas dessa experiência são mostradas na Figura 3.3.

#### Experiência 4

Nesta experiência serão utilizados: água, sal de cozinha, areia, béquer, papel de filtro, funil, proveta e balança.

Para separação de uma mistura heterogênea constituída de um sólido e um líquido, pode-se utilizar o método da filtração. Monte um sistema de filtração simples utilizando um papel de filtro e um funil. Prepare uma mistura heterogênea com água e areia e, em seguida, passe-a pelo sistema de filtração simples. O que acontece? Explique.

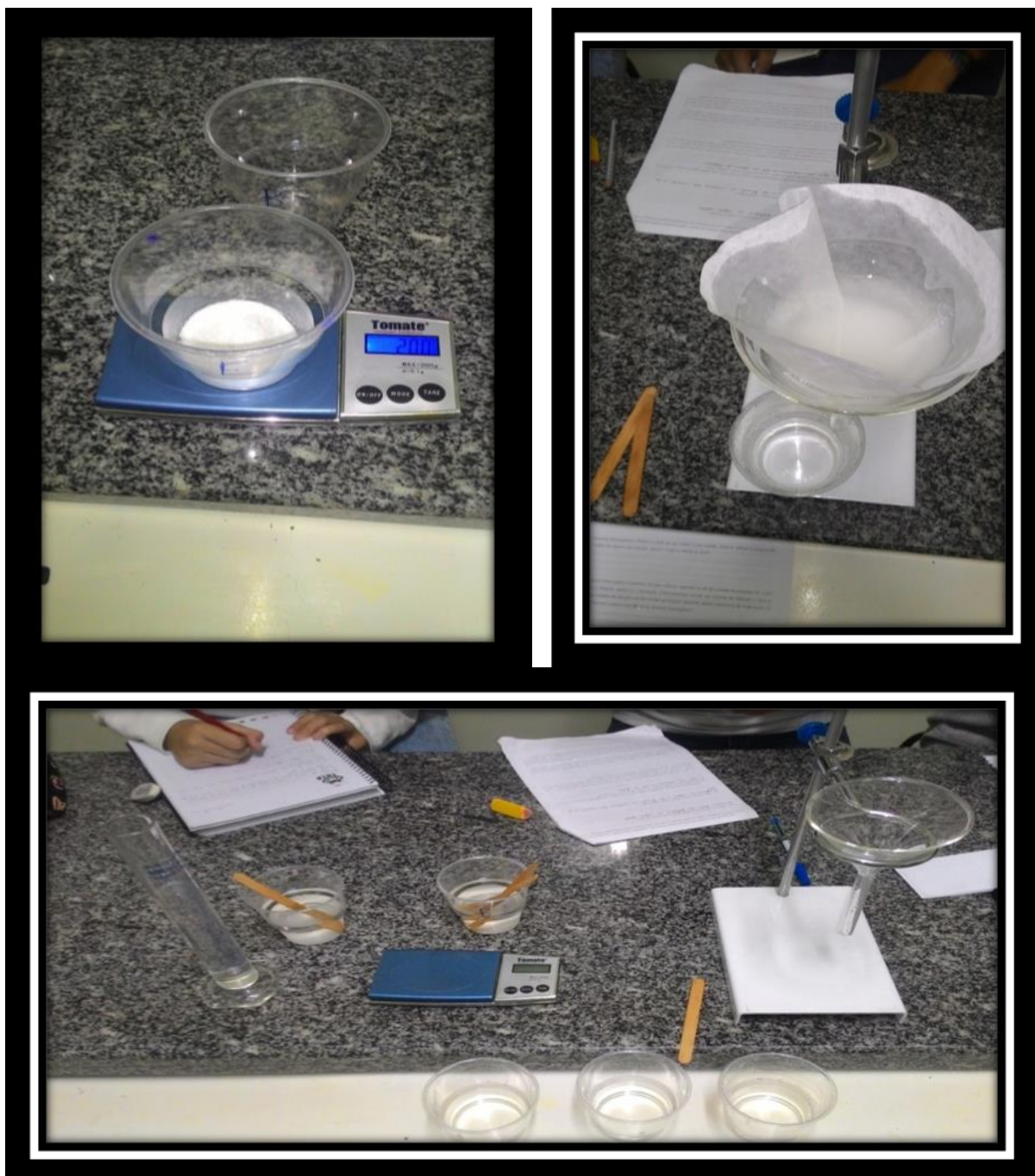
Qual a massa de areia nessa mistura? Qual o volume de água?

Para a separação de misturas homogêneas obtidas a partir de um sólido e um líquido, pode-se utilizar a evaporação. Prepare uma solução insaturada de sal de cozinha em água e, em seguida, aqueça. O que se obtém ao final?

Para a separação de uma mistura heterogênea constituída de uma solução saturada de sal de cozinha na presença de corpo de fundo, é necessário utilizar tanto a filtração quanto a evaporação. Primeiramente, monte um sistema de filtração e filtre a solução saturada, separando-a do corpo de fundo. Em seguida, para a separação do restante do sal que está dissolvido na solução saturada, utilize o processo de evaporação. O que acontece com a água da solução? Qual era a massa total de sal na mistura heterogênea?

Uma solução insaturada ou saturada pode ser separada por evaporação ou por destilação simples. Estas duas técnicas são utilizadas para separar misturas homogêneas constituídas a partir de uma substância sólida e outra líquida. A evaporação permite apenas o aproveitamento do sólido, enquanto que na destilação simples obtém-se como produto do processo tanto o sólido quanto o líquido.

Para separar uma mistura heterogênea de um sólido e um líquido ou de uma solução saturada em contato com corpo de fundo, utiliza-se o processo de filtração, que é um processo mecânico utilizado para separar os componentes da mistura através de uma superfície filtrante que retém as partículas sólidas não dissolvidas. No caso da solução saturada em contato com corpo de fundo, também é necessário utilizar o processo de evaporação para a completa separação das substâncias que compõem a mistura heterogênea.



**Figura 3.3** – Imagens ilustrativas da Experiência 4, realizada para abordar o tema "separação de misturas".

Após a realização da Experiência 4, foi pedido aos alunos que resolvessem os exercícios listados a seguir, a fim de conhecer os conhecimentos prévios e adquiridos até essa etapa da pesquisa.

**Exercícios:**

1 - Qual método podemos utilizar para a obtenção de sal a partir de água do mar? Descreva o processo.

2 – Uma mistura que apresenta as mesmas propriedades em toda a sua extensão pode ser classificada como , e outra que apresenta partes diferentes é conhecida como .

3 - Uma solução foi preparada dissolvendo-se 30 gramas de um sal em 300 g de água, a 25 °C. Considerando-se que o volume da solução obtida é igual a 300 mL, a densidade dessa solução (em g/mL) será de:

- a) 10,0
- b) 1,0
- c) 0,9
- d) 1,1
- e) 0,1

4 - Qual das propriedades físicas abaixo é específica da matéria?

- a) Cor
- b) Massa
- c) Volume
- d) Ponto de fusão
- e) Temperatura

5 - (PUC-MG) Em um laboratório de química, foram encontrados cinco recipientes sem rótulo, cada um contendo uma substância líquida e incolor. Para cada uma dessas substâncias, um estudante determinou as seguintes propriedades:

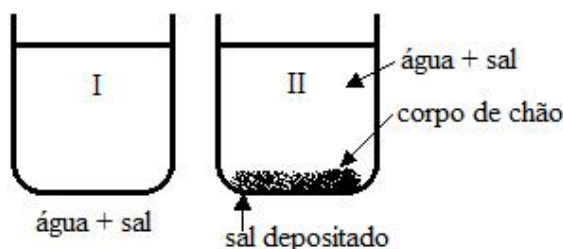
- 1. Ponto de ebulição
- 2. Massa
- 3. Volume
- 4. Densidade

Assinale as propriedades que podem permitir ao estudante a identificação desses líquidos.

- a) 1 e 2
- b) 1 e 3
- c) 2 e 4
- d) 1 e 4

6 - (FMU-FIAM-FAAM-SP) Os frascos abaixo contêm soluções saturadas de cloreto de sódio (sal de cozinha).

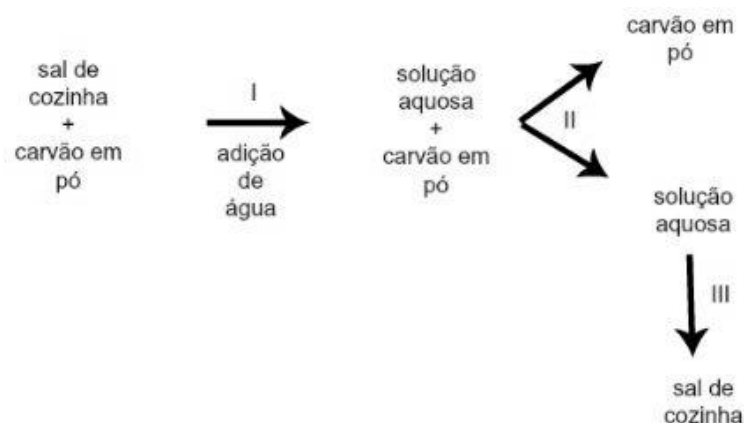




Podemos afirmar que:

- a solução do frasco II é mais concentrada que a solução do frasco I;
- a solução do frasco I possui maior concentração de íons dissolvidos;
- as soluções dos frascos I e II possuem igual concentração;
- se adicionarmos cloreto de sódio à solução I, sua concentração aumentará;
- se adicionarmos cloreto de sódio à solução II, sua concentração aumentará.

7 - (UEFS) Para separar os componentes de um sistema formado por sal de cozinha e carvão em pó, um estudante realiza os tratamentos I, II e III de acordo com o seguinte esquema:



A operação representada em II corresponde a uma:

- destilação simples
- cristalização
- filtração
- fusão fracionada
- sifonação

8 - É possível separar a mistura heterogênea SAL + AREIA? Qual e como seria o processo de separação?

Como é bem sabido, o dia a dia em uma sala de aula do Ensino Fundamental é muito corrido e trabalhoso; por isso é importante ressaltar aqui que todos os materiais e reagentes utilizados para os experimentos propostos no texto

instrucional são do dia a dia, sendo comuns aos alunos e professores. Afinal, o intuito é o de facilitar o ensino, de forma que a Química possa ser mostrada de forma mais acessível e em situações reais de sala de aula. A imagem abaixo mostra os materiais e reagentes utilizados durante a aplicação do texto.

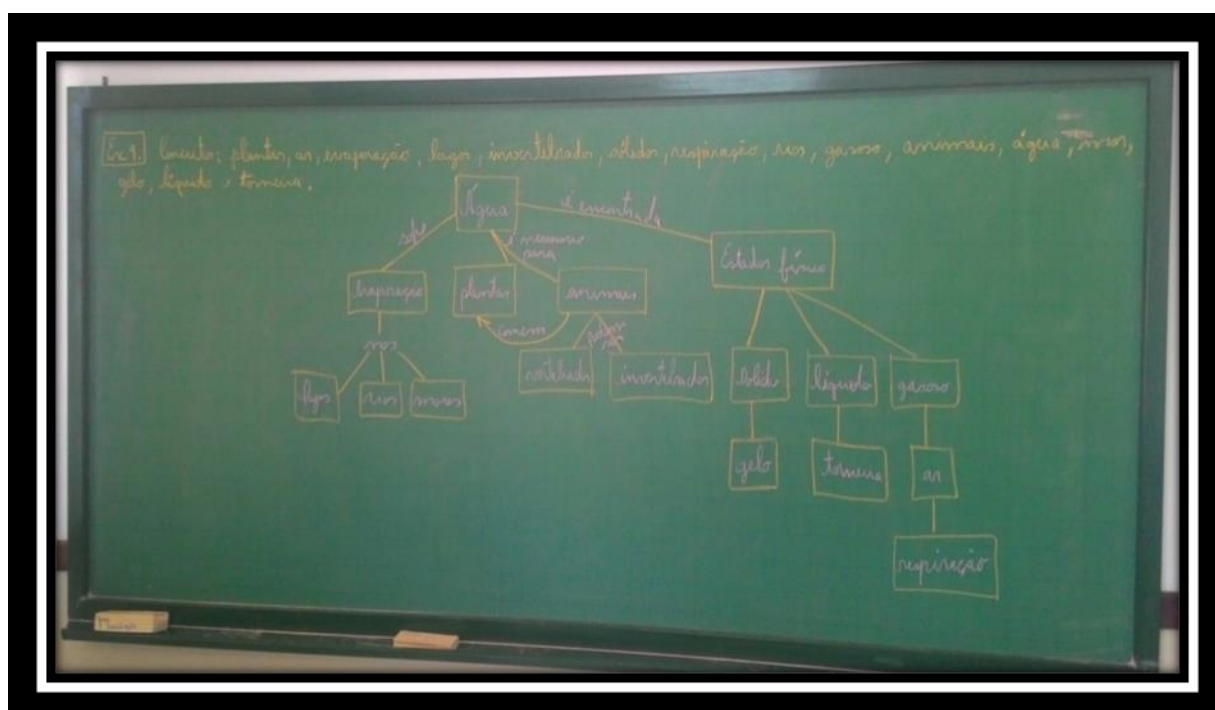
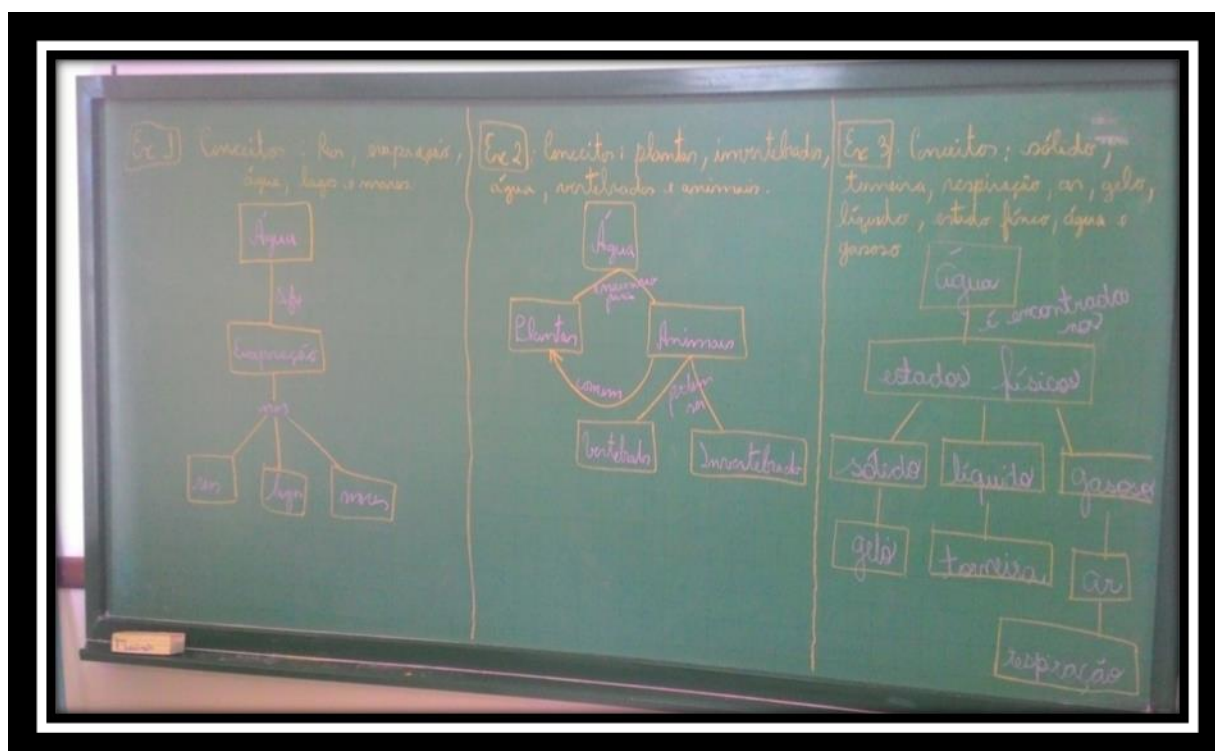


**Figura 3.4** – Imagem que mostra os materiais e reagentes utilizados durante a aplicação do texto instrucional.

### **3.4 – Familiarização dos alunos com mapas conceituais**

A introdução dos alunos a mapas conceituais foi feita seguindo diretrizes de Novak – vide MOLINA et al. (2004, p. 103–126). Para os alunos terem um primeiro contato com os mapas conceituais, foram usados alguns conceitos mais conhecidos, a fim de tornar a elaboração do mapa mais fácil. Os conceitos foram fornecidos de forma linear e embaralhados, neste caso evitando a necessidade de o aluno extrair de um texto os conceitos necessários. Nesse contexto, foi pedida a elaboração de quatro mapas conceituais, conforme MOLINA et al. (2004, p. 103–126). Aqui cabe registrar que a elaboração desses mapas foi sempre feita com

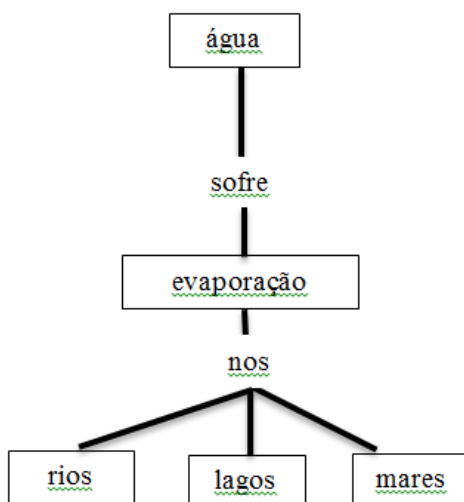
auxílio do docente (vide as imagens na Figura 3.5), visto que a intenção era que os alunos se familiarizassem com os mapas conceituais.



**Figura 3.5** – Imagens que mostram a elaboração dos mapas conceituais no quadro de escrever, juntamente com os alunos para sua familiarização com esses mapas.

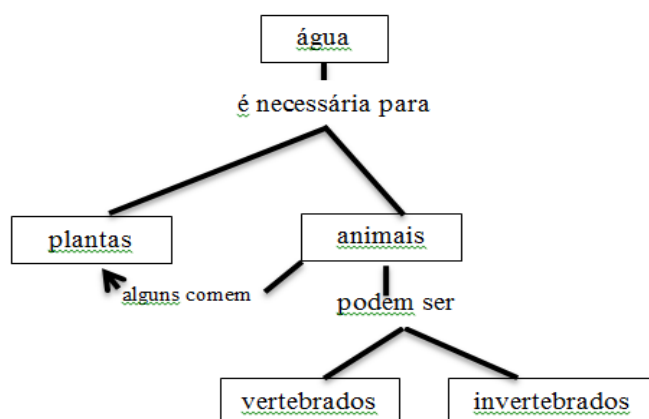
Para a elaboração do primeiro mapa conceitual, foram fornecidos os seguintes conceitos: evaporação, rios, água, lagos e mares. A seguir, é apresentado o respectivo mapa conceitual de referência (mapa conceitual 1).

### Mapa Conceitual 1



Para a elaboração do segundo mapa conceitual, foram fornecidos os seguintes conceitos: plantas, invertebrados, água, vertebrados e animais. A seguir, é apresentado o respectivo mapa conceitual de referência (mapa conceitual 2).

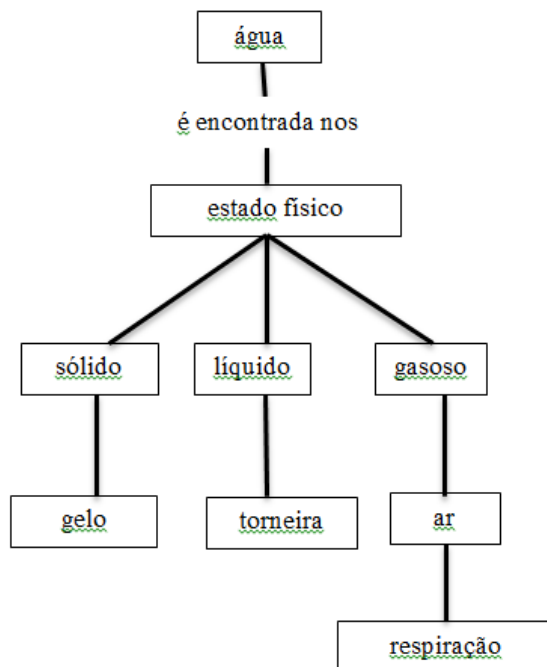
### Mapa Conceitual 2



Para a elaboração do terceiro mapa conceitual, foram fornecidos os seguintes conceitos: sólido, torneira, respiração, ar, gelo, líquido, estado físico, água e

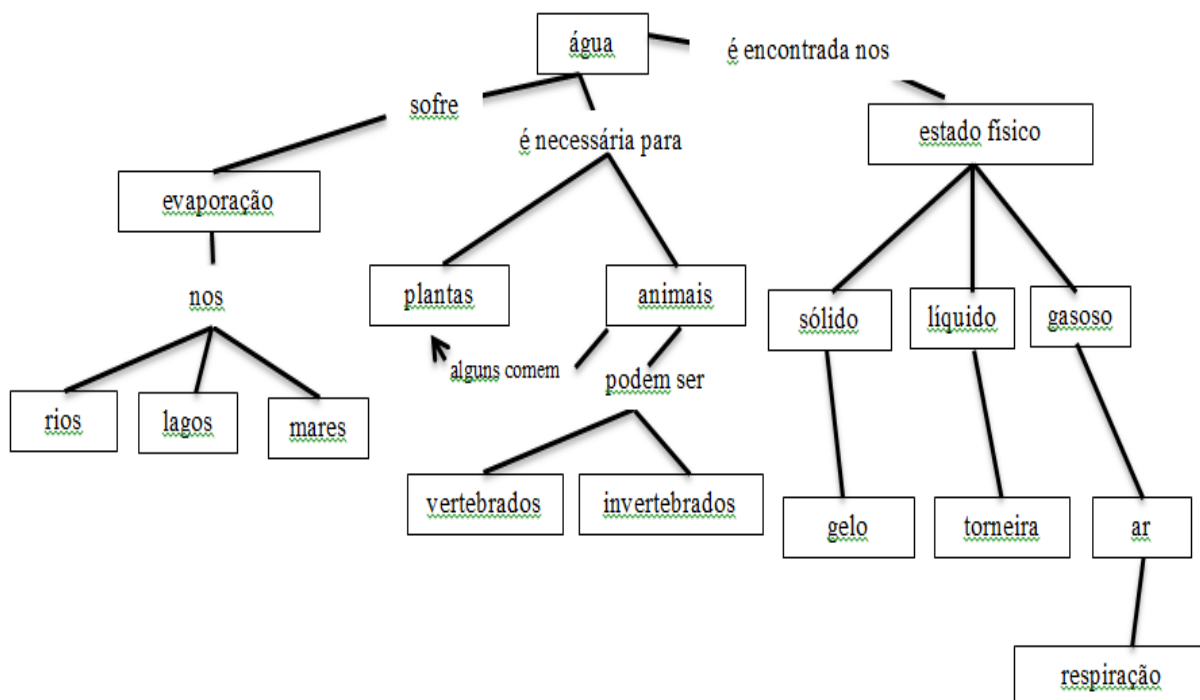
gasoso. A seguir, é apresentado o respectivo mapa conceitual de referência (mapa conceitual 3).

### Mapa Conceitual 3



Por fim, para a elaboração de um quarto mapa conceitual, foram fornecidos todos os conceitos anteriores juntos de modo a criar um mapa conceitual mais complexo: plantas, ar, evaporação, lagos, ar, invertebrados, sólidos, respiração, rios, gasoso, animais, água, mar, gelo, líquido, torneira. O respectivo mapa conceitual de referência (mapa conceitual 4) é apresentado a seguir.

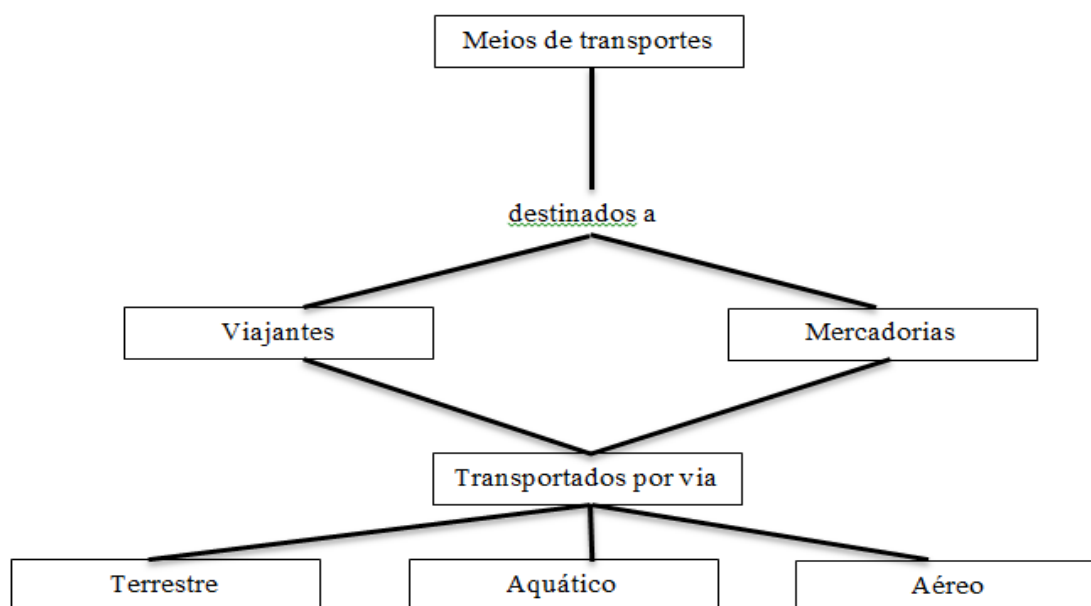
## Mapa Conceitual 4



Depois do primeiro contato dos alunos com mapas conceituais, foi feita uma segunda etapa de familiarização. Dessa vez, os conceitos não foram fornecidos de forma direta. Isto é, foi fornecido um texto para que os próprios alunos pudessem extrair os conceitos para a elaboração do mapa. Essa etapa foi dividida em duas partes. Primeiro foi fornecida para os alunos somente uma parte do texto original, com poucos conceitos:

“Os meios de transporte são utilizados para viajar e também para transportar mercadorias. Apesar da variedade dos transportes, podemos distinguir três classes: transporte terrestre, aquático e aéreo”.

## Mapa Conceitual 5

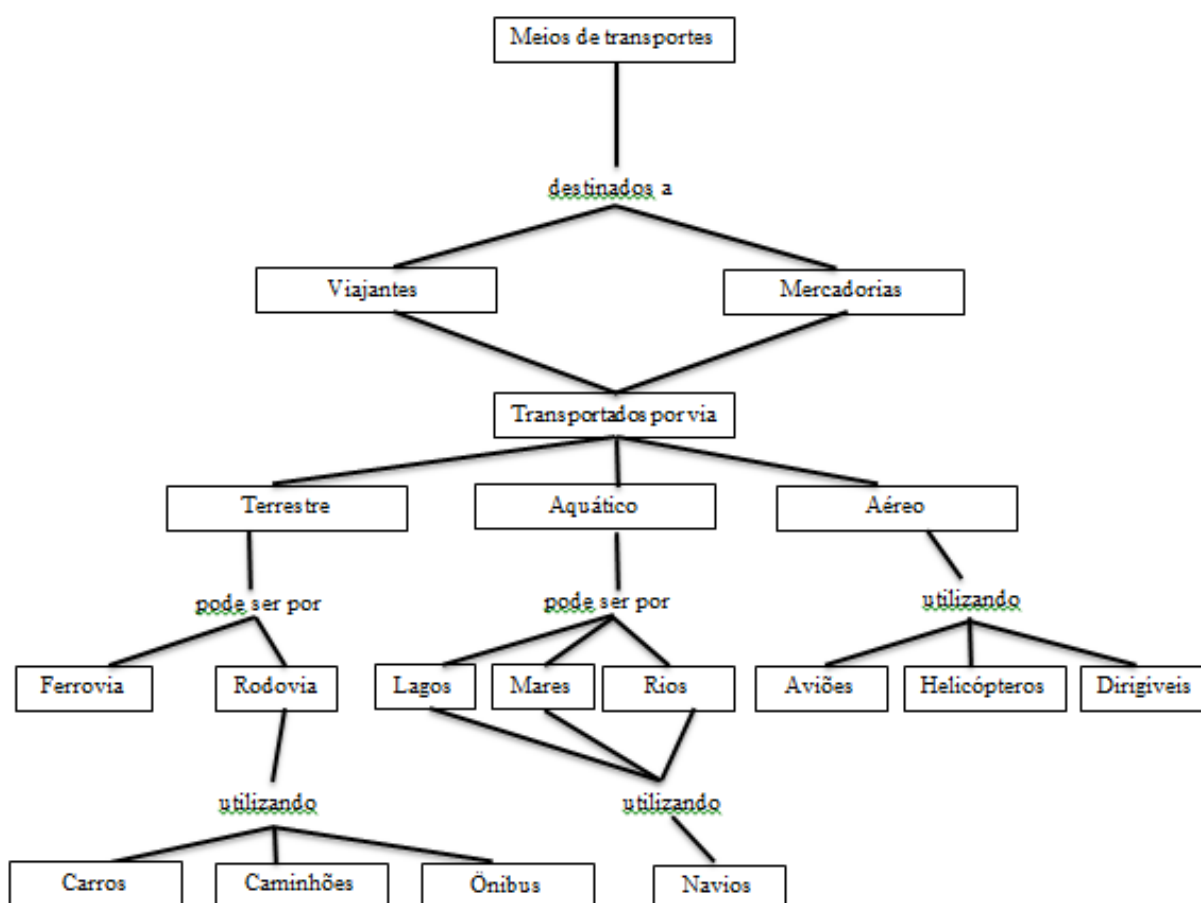


Depois de ter fornecido parte do texto e elaborado o mapa conceitual 5 juntamente com os alunos, foi fornecido o texto inteiro, que contém um maior número de conceitos.

“Os meios de transporte são utilizados para viajar e também para transportar mercadorias. Apesar da variedade dos transportes, podemos distinguir três classes: transporte terrestre, aquático e aéreo. Entre os terrestres estão: a ferrovia, que tem muita capacidade, e os transportes rodoviários, realizados principalmente por carros, caminhões e ônibus. O transporte por via aquática é aquele que se realiza por mar, pelos rios navegáveis e lagos; para este tipo de transporte, utilizam-se navios. Finalmente, o transporte aéreo é realizado por aviões, helicópteros e dirigíveis”.

O correspondente mapa conceitual 6 também foi elaborado juntamente com os alunos.

## Mapa Conceitual 6



Esta familiarização dos alunos com os mapas conceituais consumiu duas aulas de 50 minutos, constatando-se então um bom domínio dos alunos na elaboração de tais mapas. Apesar desse bom resultado, cabe destacar que houve dificuldade de os alunos entenderem como fazer a hierarquização e, principalmente, as reconciliações, quando possível; assim, um maior tempo de familiarização seria recomendável.

### 3.5 – Aplicação e coleta de dados

Nesta seção se apresenta o local e a forma usada para a coleta de dados, que incluem a preparação do material: elaboração dos problemas experimentais que os alunos deveriam resolver e também elaboração dos mapas conceituais de referência.



### **3.5.1 – Coleta de dados**

A coleta de dados foi feita em duas escolas da rede particular de ensino com mesmo perfil. A primeira, Colégio Della Sant' Anna, situada na cidade de Tapiratiba – SP, e a outra, Colégio Integrado, localizada em Guaxupé – MG. Nessas escolas tínhamos, respectivamente, turmas com 14 e 18 alunos no 9º ano do Ensino Fundamental, série em que foi realizada a pesquisa. O público envolvido na pesquisa era, em sua maioria, de perfil social pertencente à classe média.

As escolas têm uma carga horária para a disciplina de Química no 9º ano do Ensino Fundamental de duas aulas semanais, de 50 minutos cada, em aulas duplas.

A aplicação da pesquisa foi feita em horário regular de aula, visando trazer a pesquisa para a realidade do dia a dia. O tempo gasto para a pesquisa, envolvendo todas as etapas da aplicação, desde os organizadores prévios até a coleta de dados foi de 26 aulas, aproximadamente um bimestre, sendo: 2 aulas para o organizador prévio, 6 aulas para o texto instrucional, 6 aulas para a familiarização com os mapas conceituais e 12 aulas para a coleta de dados (resolução de problemas e elaboração dos mapas conceituais), sendo 2 aulas para cada problema/mapa. Todas as aulas práticas ocorreram em laboratório, com os cuidados necessários para evitar qualquer tipo de acidente.

### **3.5.2 – Utilização do mapa conceitual**

A análise dos mapas elaborados pelos alunos foi realizada adotando-se e adaptando-se diretrizes disponíveis na literatura pertinente, entre as quais as mencionadas por NOVAK e GOWIN (1999, p. 52, 53 e 113) e GOWIN e ALVAREZ (2005, p. 121 e 123).

Antes de serem fornecidos os problemas parciais P1 até P6, foram enfatizados os conceitos e relações correspondentes. Para isso foi fornecida uma listagem linear não hierárquica dos conceitos envolvidos; em seguida, solicitou-se a elaboração do mapa conceitual.

Antes da elaboração de cada mapa, primeiramente foram fornecidos os conceitos envolvidos no problema. Assim, seguiu-se a seguinte sequência:

- listagem dos conceitos;
- elaboração pelos alunos dos mapas conceituais;
- resolução do problema experimental.

Esta sequência foi pensada com o objetivo de verificar se existe correlação entre o mapa conceitual elaborado e a resolução do problema (experimental) proposto. Para garantir essa possibilidade de análise, foi solicitado aos alunos que colocassem nome tanto no mapa conceitual quanto na resolução do problema, e enumerassem os mesmos.

Para a resolução dos problemas, os alunos ficaram com os respectivos mapas conceituais. Foi proposto ainda que, se após resolver o problema, o aluno percebesse a necessidade de elaborar um novo mapa conceitual, deveria fazê-lo entregando os dois mapas conceituais para o professor, deixando claro em cada um dos mapas qual foi feito antes e qual foi feito após a resolução do problema.

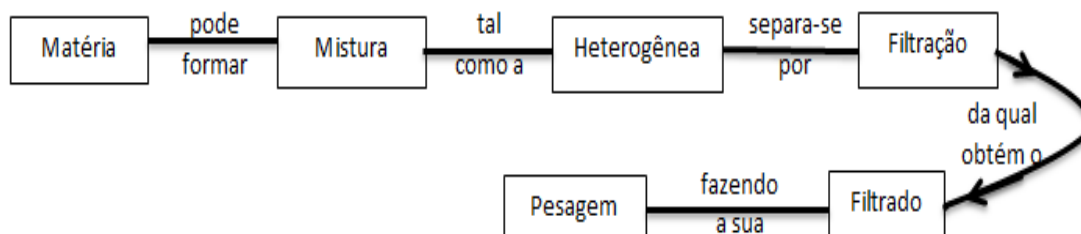
### **3.5.3 - Problemas e seus mapas conceituais de referência**

Nesta seção são mostrados os conceitos (listados aleatoriamente), os respectivos mapas conceituais de referência e os problemas experimentais propostos aos alunos, seguindo a sequência estabelecida para a coleta dos dados. Cabe ressaltar que os conceitos são aqueles necessários para a resolução de cada problema, podendo não estarem explicitamente citados no enunciado do dado problema. Por outro lado, os mapas conceituais de referência (elaborados pelo autor desta pesquisa) que são lineares, especificamente o mapa 1 e o mapa 2, estão dispostos horizontalmente visando ocupar menos espaço, mas entenda-se que os conceitos estão numa ordem decrescente de generalidade.

### a) Problema 1

**Conceitos:** Filtrado, mistura, matéria, pesagem, filtração, heterogênea.

**Mapa conceitual de referência:**



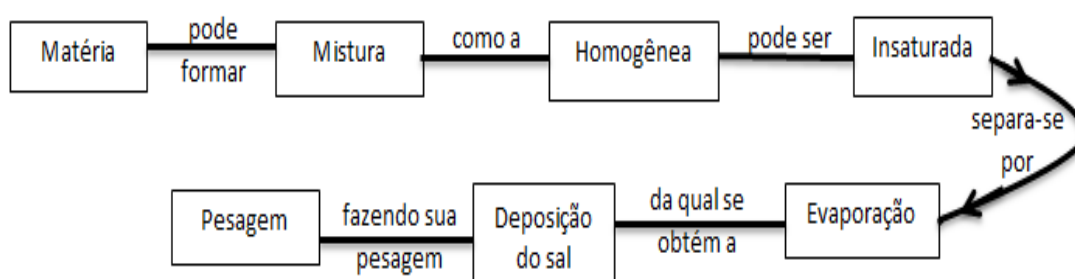
**Enunciado do problema:** Em uma determinada região, após uma forte enchente, a única água disponível era aquela contendo areia. Para simular esta situação, você está recebendo um béquer contendo uma mistura heterogênea de água e areia.

- Como separar a água da areia nesta mistura?
- Quais são a massa e a porcentagem da água e da areia na mistura?

### b) Problema 2

**Conceitos:** Evaporação, matéria, deposição do sal, homogênea, pesagem, mistura, insaturada.

**Mapa conceitual de referência:**



**Enunciado do problema:** O sal de cozinha tem origem nas salinas que são tanques largos e rasos que armazenam água do mar em locais expostos a muito sol e vento. Estas condições propiciam a evaporação mais rápida da água, resultando daí o sal sólido depositado no fundo do tanque. Para simular tal situação, você está recebendo um béquer contendo uma mistura homogênea insaturada de água e sal.

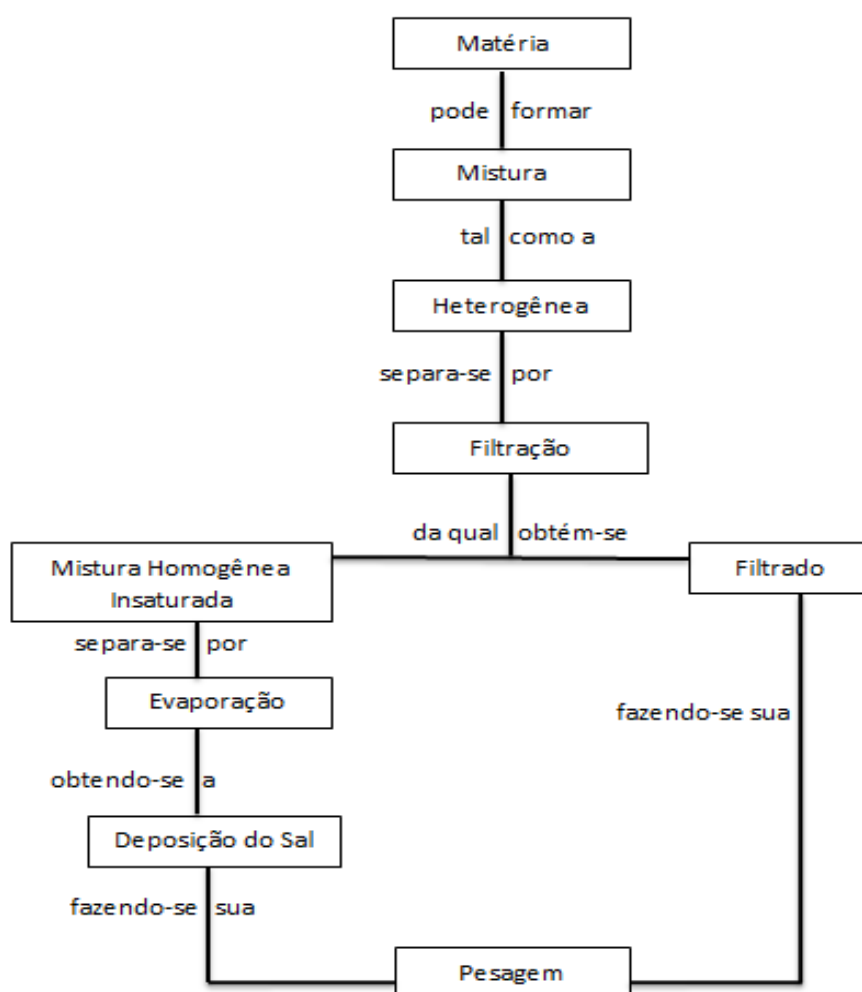
a) Sem considerar a ação do vento, como obter mais rapidamente o sal sólido depositado no fundo deste béquer?

b) Qual a massa e a porcentagem do sal nessa mistura?

### c) Problema 3

**Conceitos:** Deposição do sal, evaporação, filtração, mistura homogênea insaturada, filtrado, pesagem, heterogênea, matéria, mistura.

**Mapa conceitual de referência:**



**Enunciado do problema:** Um cozinheiro, ao participar de um concurso culinário, recebeu como teste uma panela contendo água, sal e areia. A finalidade era recuperar o sal para ser usado posteriormente na preparação de outro prato. Para simular tal situação, você está recebendo um béquer contendo uma mistura heterogênea de uma solução insaturada de sal e areia.

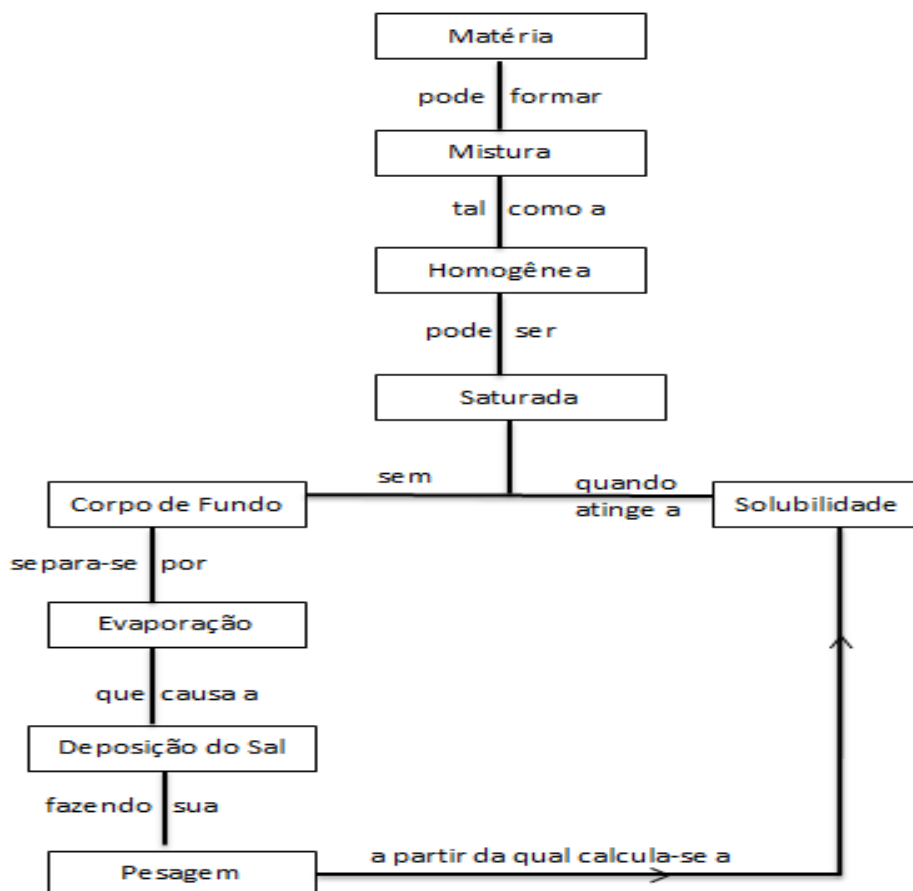
a) Como separar o sal desta mistura?

b) Quais são a massa e a porcentagem do sal e da areia na mistura?

#### d) Problema 4

**Conceitos:** Solubilidade, deposição do sal, evaporação, pesagem, homogênea, corpo de fundo, mistura, saturada, matéria.

**Mapa conceitual de referência:**

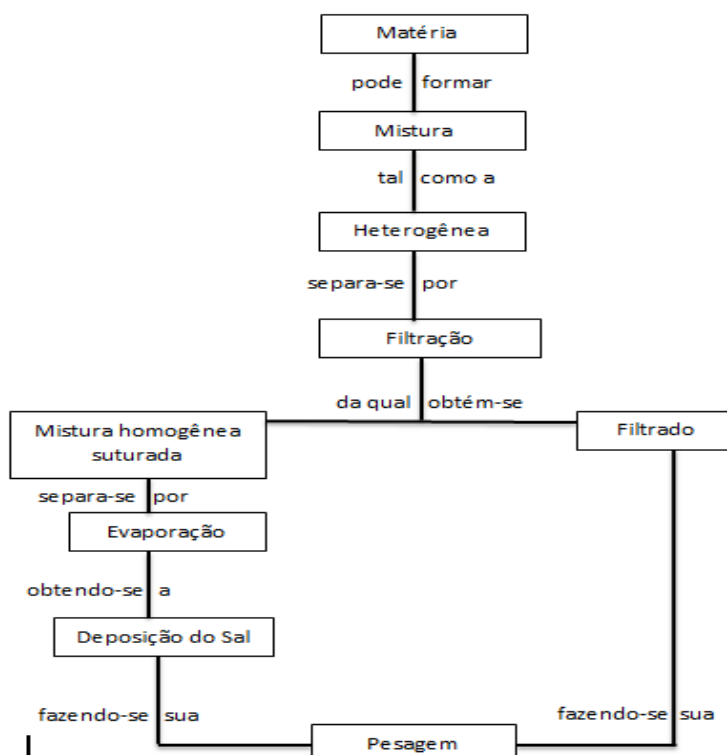


**Enunciado do problema:** O sulfato de cobre hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) é facilmente encontrado em lojas de agropecuária, sendo utilizado como fungicida em diversos tipos de cultivo, como os de frutas e legumes. Ele possui alta solubilidade em água, sendo usado em diferentes concentrações, conforme a necessidade. Você está recebendo um béquer contendo uma mistura homogênea saturada de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) em água, sem corpo de chão. Qual é a solubilidade do sulfato de cobre em g/L?

### e) Problema 5

**Conceitos:** Mistura homogênea saturada, deposição do sal, heterogênea, filtração, matéria, pesagem, mistura, evaporação, filtrado.

**Mapa conceitual de referência:**



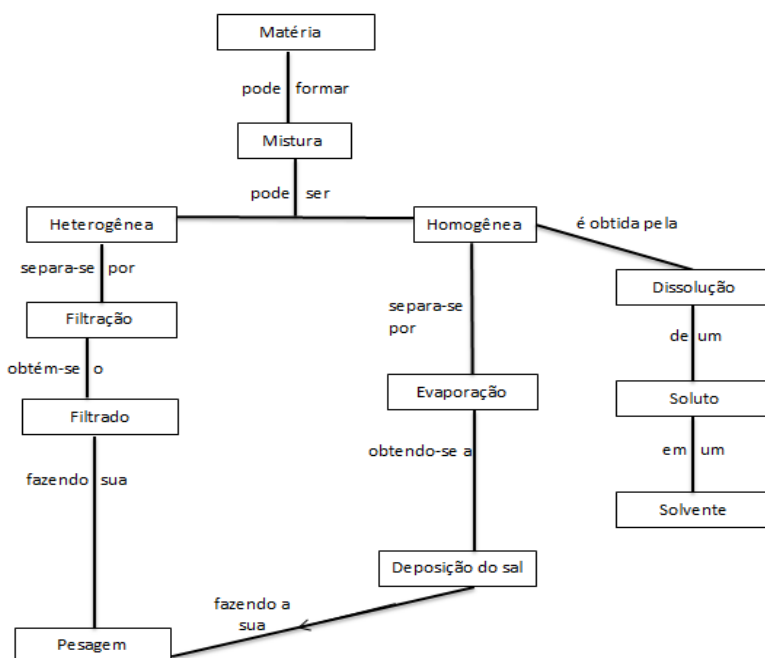
**Enunciado do problema:** Azeitonas são conservadas em salmoura, que é uma solução saturada de sal de cozinha ( $\text{NaCl}$ ) em água. Uma cozinheira, desejando aproveitar sal da salmoura, retirou-a do vidro e a colocou em outro recipiente. Neste, acidentalmente, deixou cair um pouco do mesmo sal, que aí ficou como corpo de

fundo. Para simular esta situação, você está recebendo um béquer contendo uma solução saturada de NaCl em água em contato com corpo de fundo. Qual é a massa total do sal e a sua porcentagem na mistura.

### f) Problema 6

**Conceitos:** Dissolução, evaporação, soluto, heterogênea, filtração, homogênea, pesagem, mistura, deposição do sal, matéria, solvente, filtrado.

### Mapa conceitual de referência:



**Enunciado do problema** (UNICAMP – adaptado): Em um acampamento, um estudante deixou cair na areia um pouco de sal de cozinha disponível. Entretanto, tendo conhecimento sobre separação de misturas, ele conseguiu recuperar praticamente todo o sal. Para simular esta situação, você está recebendo um béquer contendo uma mistura de areia com uma quantidade de sal que é inferior à sua solubilidade em um volume de água igual ao volume do béquer; além disso, você está recebendo um frasco com água.

- Como recuperar o sal para utilizá-lo posteriormente?
- Qual a massa do sal e sua porcentagem na mistura?

### 3.6 – Análise dos mapas conceituais

Os parâmetros para análise dos mapas elaborados pelos alunos foram definidos adotando-se e adaptando-se o modelo proposto por NOVAK e GOWIN (1999), conforme as diretrizes gerais. Assim, foram utilizados os seguintes componentes de pontuação: proposições, hierarquia, reconciliação integrativa (ligação cruzada) e exemplos dados (deve ser um exemplo válido).

Especificamente, os mapas conceituais elaborados pelos alunos foram avaliados levando em conta os critérios descritos a seguir.

1º – Presença dos principais conceitos, quais e quantos estão presentes no mapa; avaliou-se também se o aluno conseguiu adicionar mais conceitos e se estes estão corretamente relacionados.

2º – Foi avaliado se o aluno utilizou as proposições adequadamente (as proposições, palavras de ligação, são importantes para estabelecer as relações entre os conceitos); avaliou-se também a ausência de proposições.

3º – Considerando que os mapas devem ser elaborados dentro de uma hierarquia conceitual, foi avaliado se o aluno conseguiu fazer o mapa utilizando uma hierarquia de conceitos, ou seja, dos conceitos mais gerais para os menos gerais – princípio da diferenciação progressiva.

4º – Caso o 3º critério tenha sido atendido, foi avaliado se o aluno conseguiu relacionar os conceitos de diferentes setores do mapa conceitual, baseado no princípio de reconciliação integrativa.

5º – Foi avaliada a evolução do aluno de P1 até P6.

Todos os mapas foram avaliados utilizando como base mapas de referência, aos quais os elaborados pelos alunos devem se aproximar. Na elaboração dos mapas, existia a possibilidade de os alunos utilizarem conceitos diferentes dos esperados, e que estes ainda tivessem relação com o mapa; sendo assim, foi necessário estar atento para avaliar a ocorrência dessa possibilidade.



## **3.7 – Critérios de pontuação**

### **3.7.1 – Proposições**

Proposições são constituídas por dois conceitos ligados por uma(s) palavra(s) de ligação que estabelece(m) relação entre os mesmos. A relação entre dois conceitos envolve a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Nos dois casos atribuiu-se a seguinte pontuação:

- palavra(s) de ligação válida(s) – 2 pontos;
- linha de ligação presente, porém não é acompanhada de nenhuma palavra – 1 ponto

Não foi atribuído ponto algum, nos seguintes casos:

- linha de ligação ausente;
- palavra(s) de ligação não é(são) válida(s);
- linha de ligação proposta entre conceitos não relacionados.

### **3.7.2 – Hierarquia**

Aqui foi verificado se os conceitos mais abrangentes estavam relacionados acima dos conceitos subordinados. Quando isso ocorreu, foi determinado um nível hierárquico. Para cada um deles foram atribuídos 5 pontos.

### **3.7.3 - Reconciliação integrativa (ligações cruzadas)**

São aquelas estabelecidas entre dois conceitos localizados em diferentes setores do mapa conceitual. Para cada uma dessas ligações válidas foi atribuído um total de 10 pontos.

### **3.7.4 – Exemplos (válidos)**

Foram aqueles que o aluno incluiu no mapa conceitual e que efetivamente tinham significado e/ou estavam totalmente relacionados com o mapa conceitual proposto. Para cada exemplo válido, foi atribuído 1 ponto.

A Tabela 3.1 resume a pontuação dos mapas conceituais de acordo com os quatro critérios acima expostos.

**Tabela 3.1** – Pontuação de mapas conceituais de acordo com os critérios classificatórios propostos por Novak (NOVAK e GOWIN, 1999)

<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Pontuação máxima de acordo com cada característica dos critérios classificatórios</b>
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação que for válida e significativa	2
Hierarquia: cada nível válido	5
Reconciliação integrativa (ligação cruzada)*	5 ou 10
Exemplos: cada exemplo válido	1

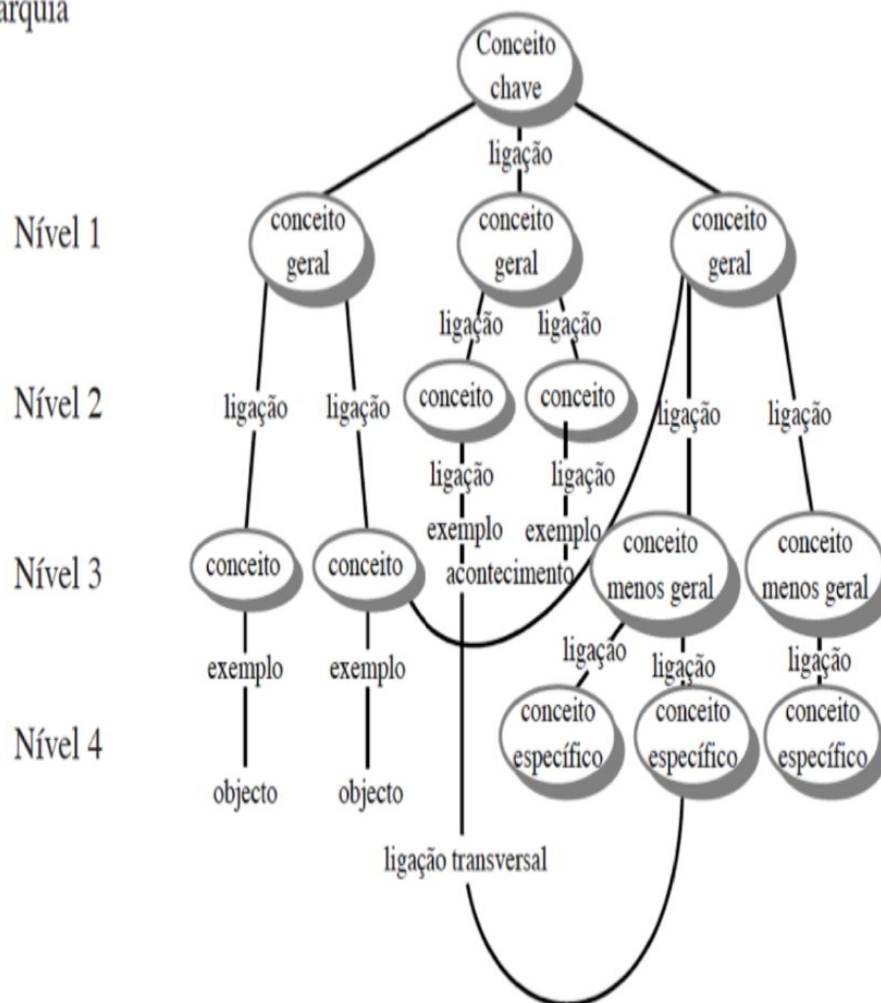
\* 5 ou 10 pontos.

Para a reconciliação integrativa o aluno também pôde receber a seguinte pontuação:

- 10 pontos, se a ligação cruzada era unicamente válida;
- 5 pontos, se a ligação era inventiva ou característica, de acordo com o mapa.

De uma maneira geral, esta pontuação serve como um modelo para atribuir valores aos mapas conceituais de acordo com a validade das representações e seu significado entre conceitos. A figura abaixo ilustra os itens classificatórios para a pontuação do mapa conceitual.

## Hierarquia



**Figura 3.6** – Esquema de um exemplo de mapa conceitual para pontuação (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53).

Cabe ressaltar que, segundo Novak (NOVAK e GOWIN, 1999), um mapa conceitual pode ter melhor categorização do que o mapa conceitual de referência, podendo, assim, ter uma pontuação que ultrapasse 100%. Entende-se ainda que o fator criatividade também deve ser enfatizado. Um aluno pode ter uma visão até então imprevisível pelo docente que construiu um mapa de referência para determinado assunto; de acordo com o significado expresso pela possível ligação, essa contribui sobremaneira ao aprendizado.

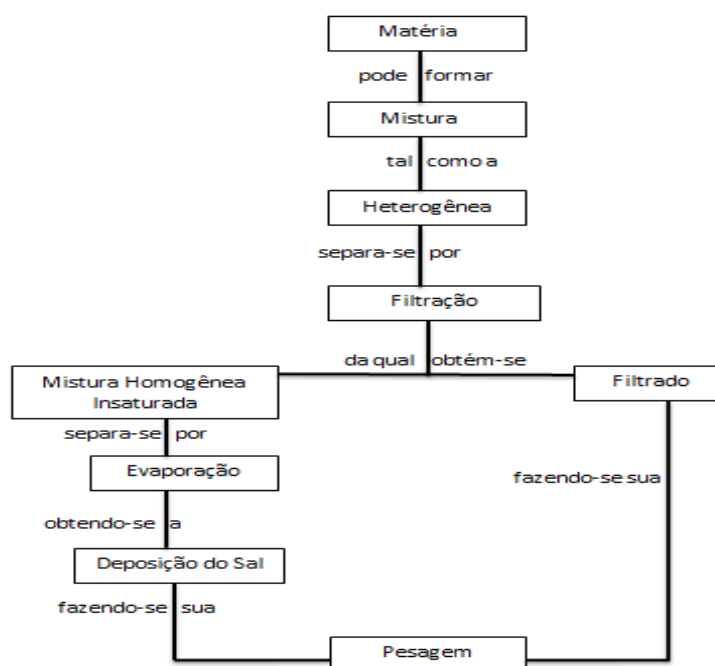
A Tabela 3.2 apresenta um exemplo de pontuação, de acordo com esta proposta, para o modelo de mapa conceitual mostrado na Figura 3.6.

Em cada caso, a soma das pontuações obtidas pelos alunos nas proposições, hierarquia, ligação cruzada e exemplos foi dividida pela soma obtida

**Tabela 3.2** – Pontuação para o mapa conceitual da Figura 3.6, de acordo com os critérios de Novak (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53)

<b>Crêterios classificatórios</b>	<b>Pontua�o</b>
Rela�es (válidas)	14
Hierarquia (válida)	20
Liga�es transversais (válidas e significativas)	20
Exemplos (válidos)	4
Total de pontos	58

para o mapa de referência, obtendo-se a porcentagem correspondente. A seguir, isso   exemplificado para o mapa conceitual de referência para o problema 3.



**Figura 3.7** – Mapa conceitual de referência para o problema 3.

A Tabela 3.3 apresenta um exemplo de pontua o, de acordo com esta proposta, para o modelo de mapa conceitual mostrado na Figura 3.7.

Portanto, para se obter o rendimento de cada aluno (expresso percentualmente), basta fazer a razão entre a pontua o por ele obtida e a pontua o total do mapa de referência. Por exemplo, um aluno que obtiver 50

**Tabela 3.3** – Pontuação para o mapa conceitual de referência da Figura 3.7, de acordo com os critérios de Novak (NOVAK e GOWIN, 1999, p. 53)

<b>Critérios classificatórios</b>	<b>Pontuação</b>
Relações (válidas)	9 × 2 = 18
Hierarquia (válida)	8 × 5 = 40
Ligações transversais (válidas e significativas)	10 × 1 = 10
Exemplos (válidos)	0
Total de pontos	68

pontos no mapa terá seu rendimento calculado da seguinte forma:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Pontuação Aluno}}{\text{Pontuação Mapa de Referência}} \times 100\% = \frac{50}{68} \times 100\% = 73,5\%$$

### **3.8 – Levantamento das opiniões dos alunos sobre a utilização de mapas conceituais**

Ao final da pesquisa, foi deixado a critério dos alunos a possibilidade de expressarem suas opiniões sobre o que acharam da utilização dos mapas conceituais, desde a familiarização até o quanto os mapas conceituais podem ajudar na resolução de problemas. Também foi proposto que escrevessem se os mapas conceituais poderiam ajudar na organização de estudo deles.

### **3.9 – Tratamento de resíduos**

O desenvolvimento desta pesquisa não acarretou a necessidade de tratamento de resíduos, pois envolveu somente o uso de areia, água e sal de cozinha. Contudo, na aplicação do texto instrucional houve a utilização de óleo de cozinha; para evitar o seu descarte na pia e a decorrente contaminação da água, o óleo utilizado, mesmo sendo pouco, foi doado para um serviço de coleta de resíduos para a produção de produtos de limpeza.

## **CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 – Análise dos mapas conceituais e das resoluções dos problemas que envolvem os mapas**

Neste item será apresentada a análise detalhada dos mapas conceituais elaborados pelos alunos. Essa análise e consequente pontuação (comparativa ao mapa conceitual de referência – Capítulo 3, item 3.5.3) foi feita conforme descrito no capítulo anterior (Metodologia). Os mapas foram analisados quantitativamente e, com base nessa análise, chegou-se a uma tabela de valores, exemplos das quais serão mostradas nos itens abaixo.

A pontuação do mapa pode apresentar valor zero como **Figura 4.6** valor mínimo, o que indica que o mapa analisado não tinha nenhuma relação com o mapa de referência. Esse, contudo, não é a única forma de organizar os conceitos, pois existem possibilidades diferentes; um exemplo é a mudança da palavra de ligação entre os conceitos ou ainda o aluno fazer uma relação diferente entre os conceitos. Segundo a literatura (TAVARES, 2007; MOREIRA, 2006; NOVAK e GOWIN, 1999), podemos afirmar que não existe um único mapa conceitual ou até mesmo mapas conceituais corretos. Mas, a organização de cada mapa indica como os conceitos estão organizados na estrutura cognitiva do indivíduo. Sendo assim, o mapa referencial apenas nos dá uma forma de representar como os conceitos podem estar organizados, sempre considerando a hierarquia, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A análise qualitativa dos mapas conceituais foi feita juntamente com a análise quantitativa. Essa análise foi baseada nas proposições formadas e na interpretação de seu significado; assim sendo, foi possível comparar os mapas conceituais com as respectivas resoluções dos exercícios propostos, em relação à estrutura do mapa e a consequente organização cognitiva do conteúdo trabalhado.

### 4.1.1 – Análise do mapa conceitual 1

O mapa conceitual 1 tem como conceito mais geral a matéria. Sendo assim o mapa de referência (item 3.5.3 (a)) forma a seguinte frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HETEROGÊNEA** separa-se por **FILTRAÇÃO** da qual obtém-se o **FILTRADO** fazendo a sua **PESAGEM**. Na frase formada, as palavras em negrito representam os conceitos fornecidos aos alunos e as demais palavras têm o intuito de dar sentido à frase, ou seja, são as palavras de ligação.

Tendo em conta que este é o primeiro mapa de uma série de seis e que esse instrumento era novo para os alunos, isso pode ter levado a uma não priorização pela hierarquia de conceitos. Um exemplo disso foi observado no caso do mapa conceitual 1 do aluno A12 (Figura 4.1). Já o aluno A1 (Figura 4.2) procurou pela hierarquia entre os conceitos fornecidos, elaborando um mapa linear, como esperado para o mapa conceitual 1. A Tabela 4.1, indica a pontuação dos alunos A1 e A12 em relação ao mapa de referência.

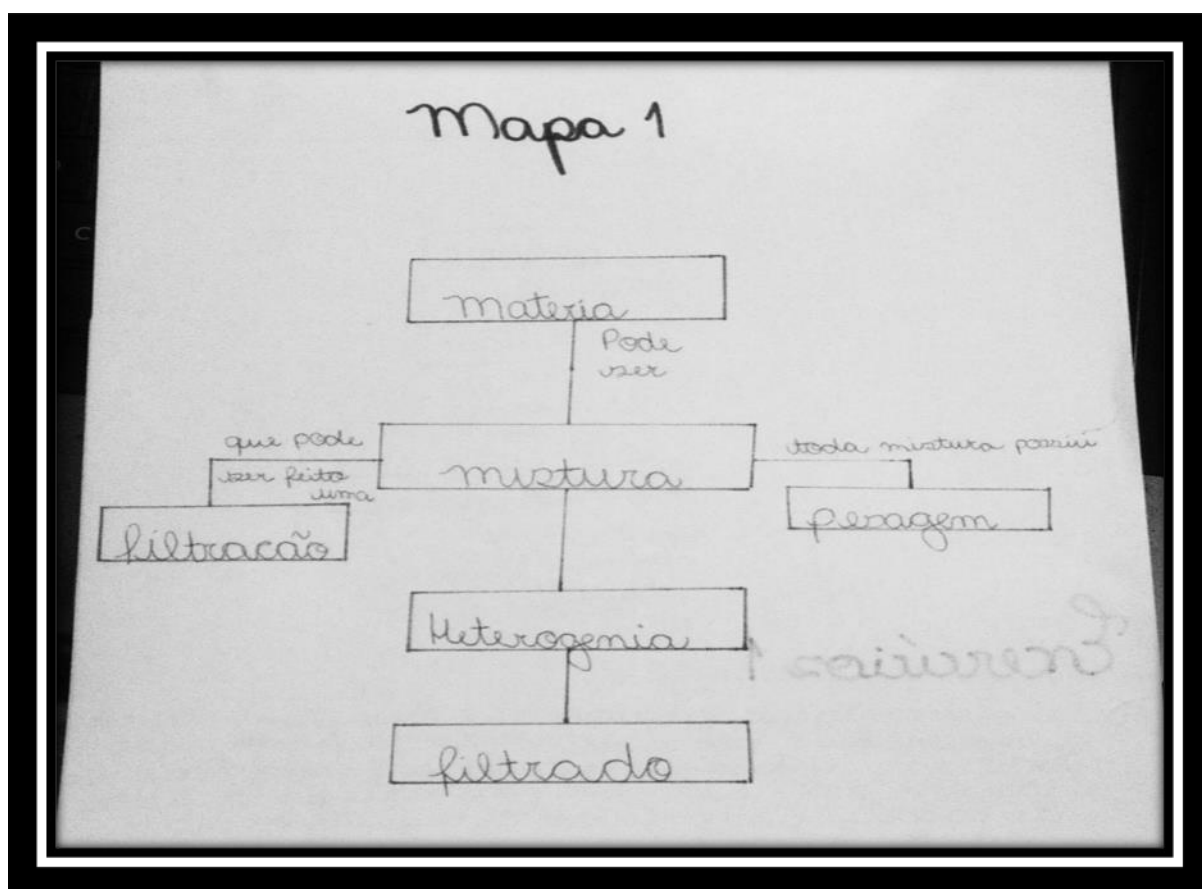


Figura 4.1 – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 1.

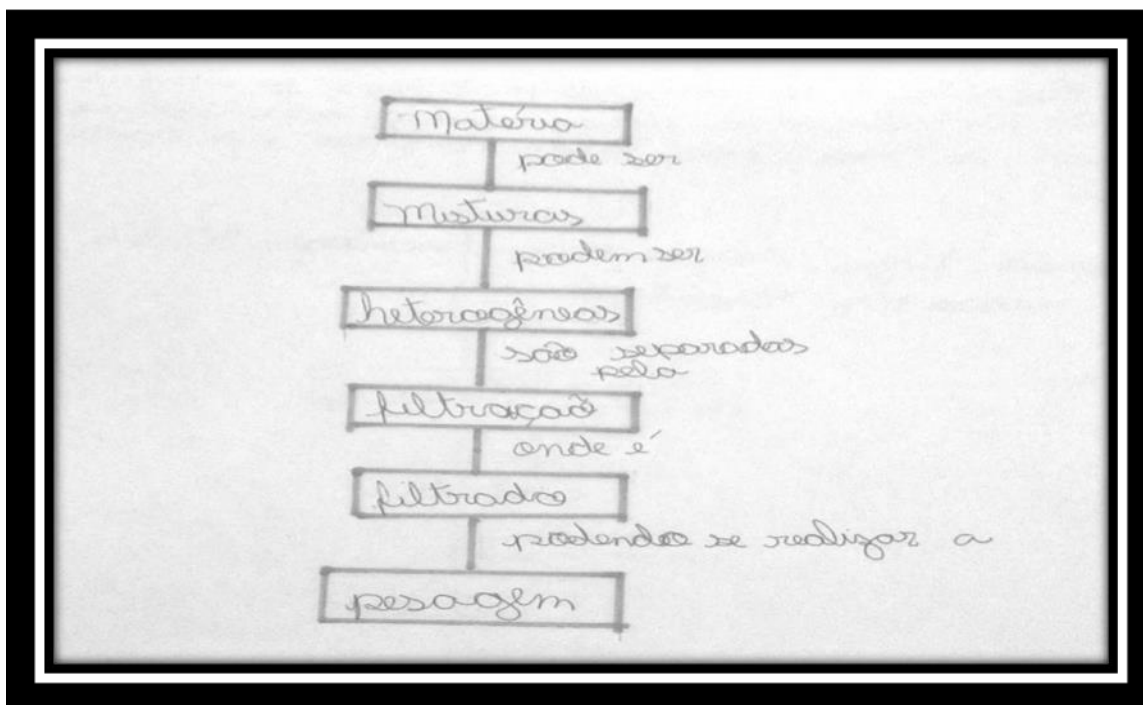


Figura 4.2 – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 1.

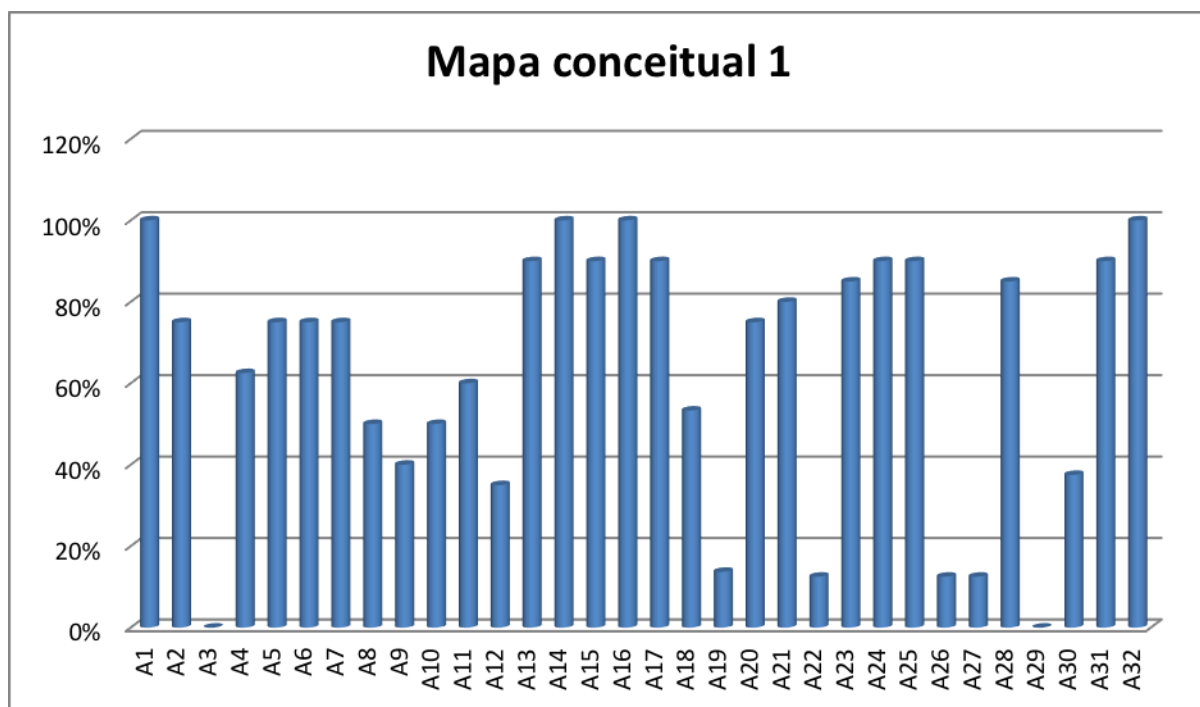
Tabela 4.1 – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 1

<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A1</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A12</b>
Número de proposições	$5 \times 2 = 10$	$5 \times 2 = 10$	$2 \times 2 = 4$
Hierarquia	$6 \times 5 = 30$	$6 \times 5 = 30$	$2 \times 5 = 10$
Ligações transversais	$0 \times 10 = 0$	$0 \times 10 = 0$	$0 \times 10 = 0$
Exemplos	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$
Total de pontos	40	40	14
Rendimento em relação ao mapa de referência		100%	35%

Feita a análise e consequente pontuação dos diferentes mapas, pode-se comparar essas pontuações à do mapa de referência, assim obtendo a porcentagem de acerto de cada aluno. O rendimento dos alunos em relação ao mapa conceitual 1 foi alto; em vinte e três mapas, dos trinta e dois analisados, obtiveram 50% ou mais de rendimento. O gráfico a seguir mostra o rendimento de



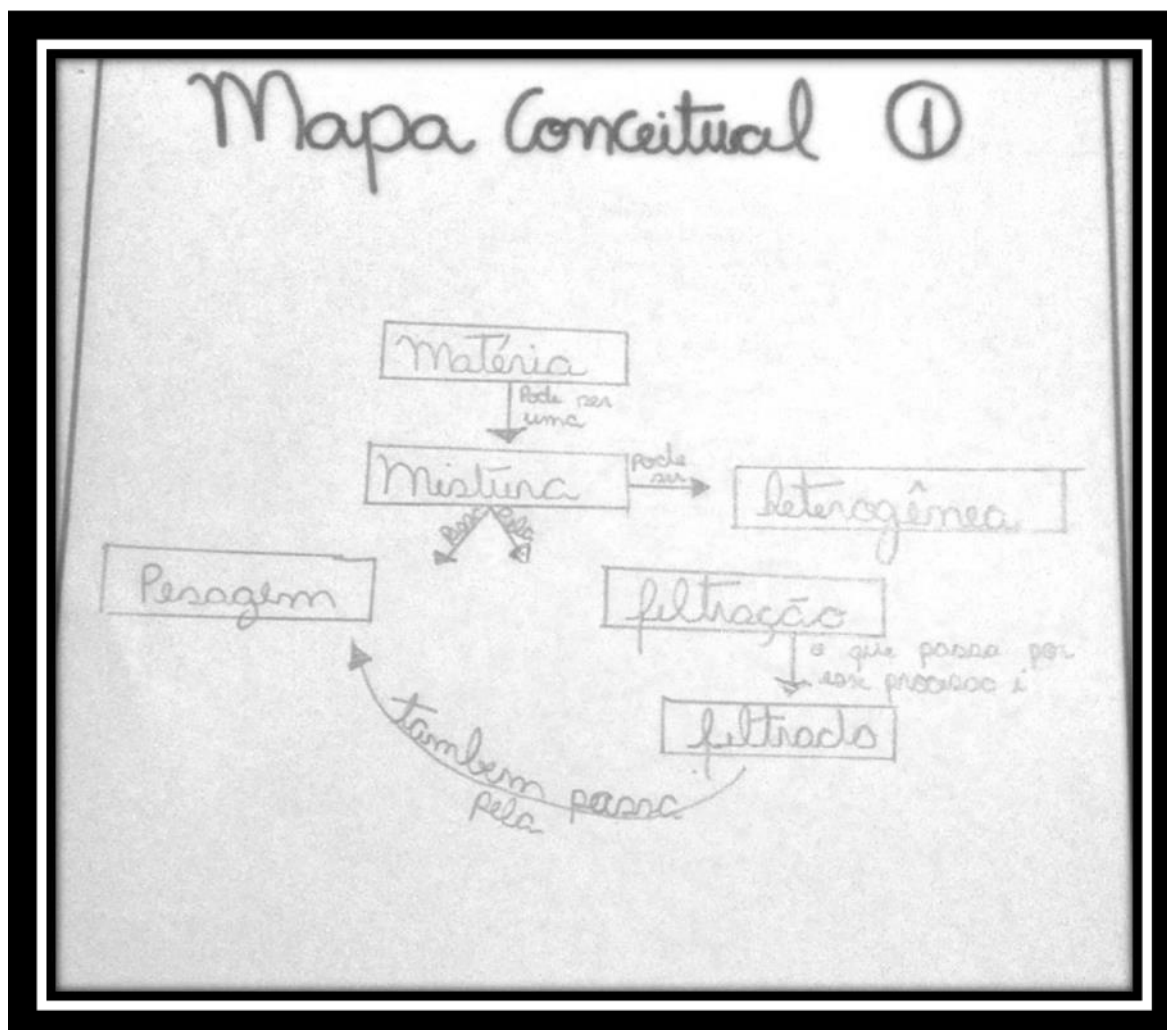
cada um dos alunos na elaboração do mapa conceitual 1 (considera-se o mapa de referência com valor de 100%).



**Gráfico 4.1** – Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 1.

Como pode-se ver na Figura 4.2, o aluno A1 produziu um mapa conceitual linear e bem organizado, que corresponde diretamente ao mapa de referência, obedecendo a hierarquia conceitual (esse aluno conseguiu uma resolução direta do problema 1, sem passar por métodos de separação diferentes). Já o aluno A12 elaborou um mapa conceitual (Figura 4.1) onde não existe uma hierarquia conceitual e, por isso, não houve uma diferenciação progressiva dos conceitos fornecidos. Cabe voltar a salientar que um mapa conceitual reflete a estrutura cognitiva do aluno; portanto, os exemplos dados nas Figuras 4.2 e 4.1 indicam para o aluno A1 uma organização cognitiva muito maior que para o aluno A12.

Ainda em relação ao mapa conceitual 1, cabe destacar uma outra situação, exemplificada pelo mapa conceitual elaborado pelo aluno A6 (Figura 4.3). Nesse mapa, o aluno não segue uma hierarquia conceitual, mas o mapa tem uma lógica própria pensada pelo aluno, a qual não condiz com a do mapa de referência, que é linear e mostra uma hierarquia conceitual onde cada conceito acima do outro é mais inclusivo.



**Figura 4.3** – Mapa conceitual feito pelo aluno A6 referente ao problema 1.

Analisando os diferentes mapas elaborados, pôde-se observar que o principal problema dos alunos foi a dificuldade de hierarquização dos conceitos. Com isso, fica clara a dificuldade dos alunos em perceber os conceitos mais gerais e os que abrangem menor quantidade de conceitos. Esse desvio em alguns mapas mostra que os alunos apresentam uma organização cognitiva diferente da esperada para o conteúdo em questão.

Esta não hierarquização dos conceitos, partindo dos mais abrangentes para os menos abrangentes, pode ocorrer principalmente em principiantes, pois, como já foi citado anteriormente, o mapa conceitual é uma indicação de como os conceitos estão organizados na estrutura cognitiva do indivíduo (POZO, 2005).

### 4.1.2 – Análise do mapa conceitual 2

O problema 2 traz sete conceitos e ainda, como no primeiro mapa conceitual, um mapa linear. Assim, o mapa conceitual de referência (item 3.5.3 (b)) forma a seguinte frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** como a **HOMOGÊNEA** pode ser **INSATURADA** separa-se por **EVAPORAÇÃO** da qual se obtém a **DEPOSIÇÃO DO SAL** fazendo sua **PESAGEM**. As palavras destacadas em negrito correspondem aos conceitos, enquanto que as restantes são as palavras de ligação.

As Figuras 4.4 e 4.5 mostram os mapas conceituais 2 feitos pelos alunos A1 e A12, respectivamente. As pontuações por eles obtidas e a do mapa de referência são mostradas na Tabela 4.2. O aluno A1 obteve excelente desempenho nos mapas até aqui analisados, ao contrário do aluno A12.

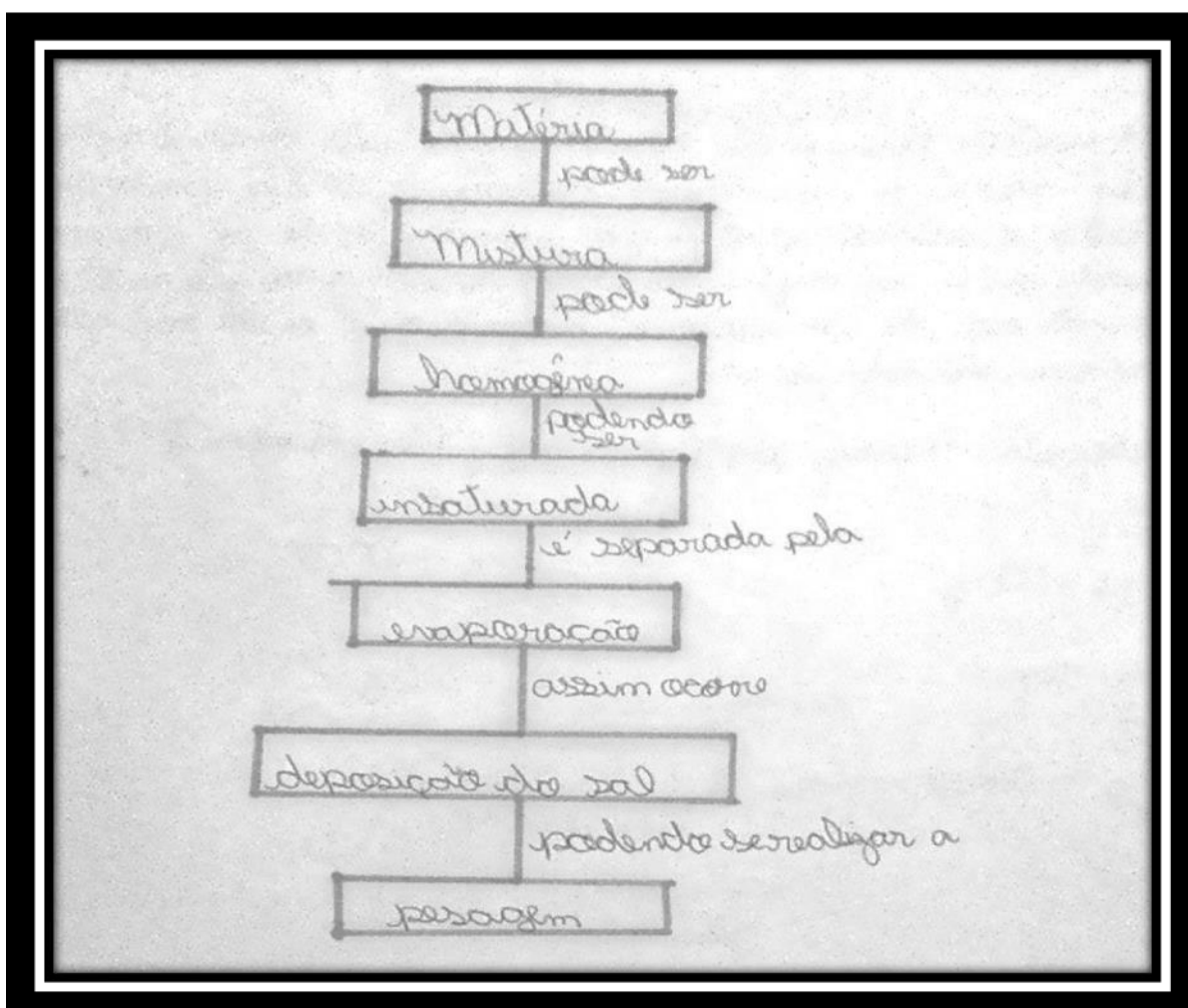
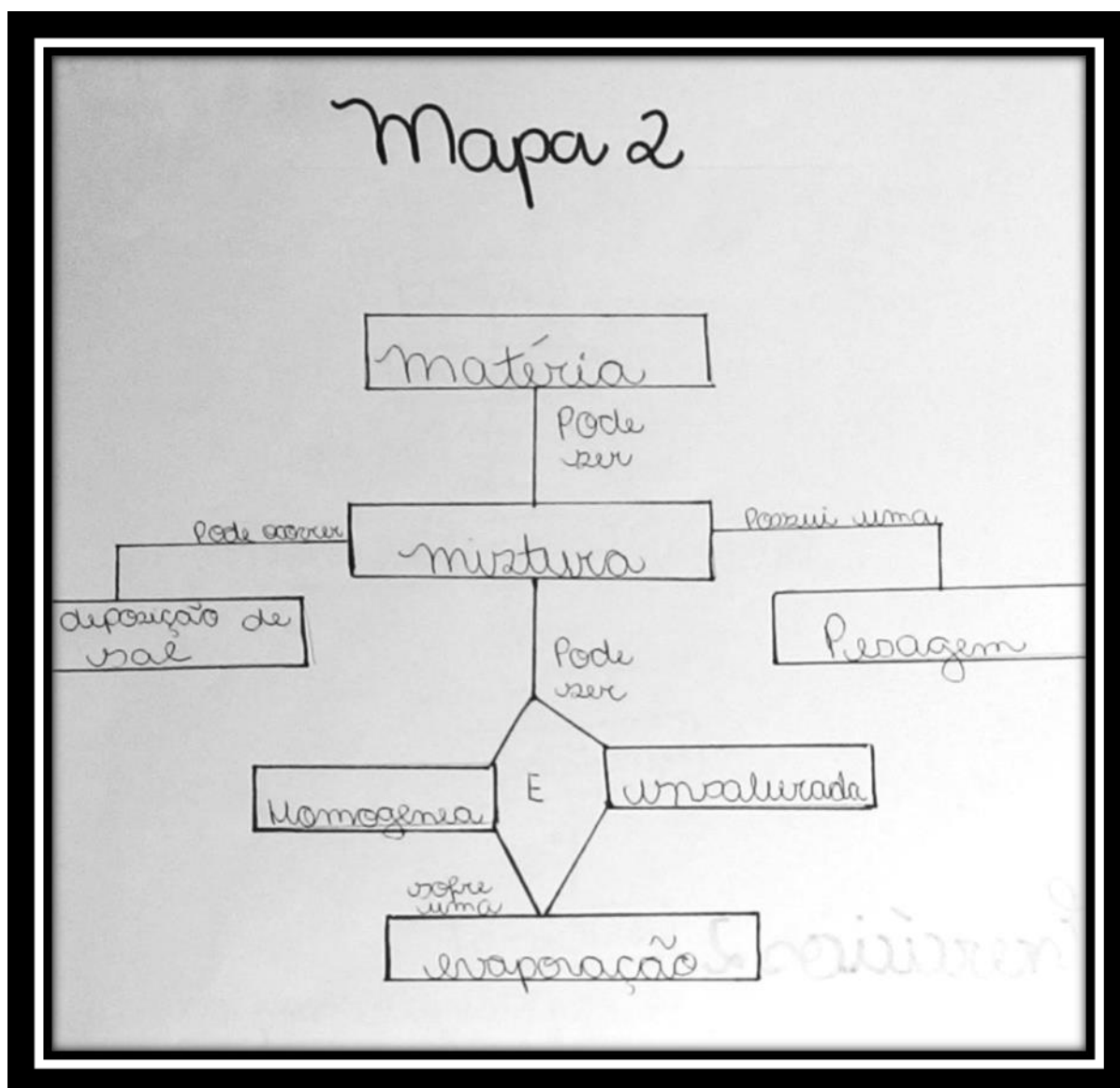


Figura 4.4 – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 2.



**Figura 4.5** – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 2.

O mapa conceitual elaborado pelo aluno A1 é próximo ao mapa conceitual de referência; isso indica uma boa compreensão do aluno em relação aos mapas conceituais e também em relação ao conteúdo separação de misturas. A única ressalva feita sobre o mapa, e que foi recorrente em outros mapas conceituais, é na proposição proposta para a ligação entre os conceitos matéria e mistura; nesse ponto, o aluno acaba colocando matéria e mistura como sendo a mesma coisa.

**Tabela 4.2 – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 2**

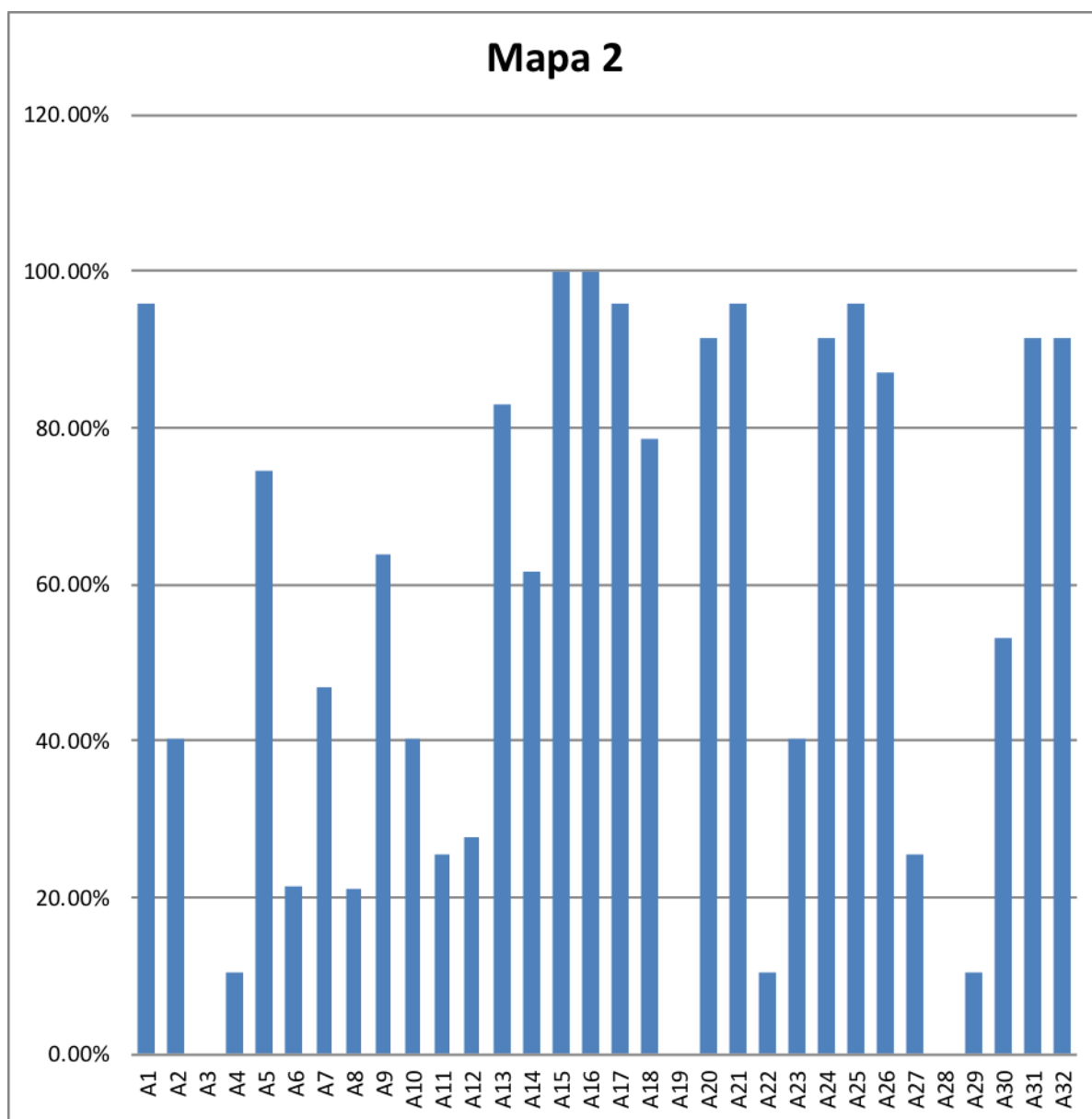
<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A1</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A12</b>
Número de proposições	$6 \times 2 = 12$	$5 \times 2 = 10$	$2 \times 2 = 4$
Hierarquia	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$	$2 \times 5 = 10$
Ligações transversais	$0 \times 10 = 0$	$0 \times 10 = 0$	$0 \times 10 = 0$
Exemplos	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$
Total de pontos	47	45	14
Rendimento em relação ao mapa de referência		95,7%	29,8%

A organização dos conceitos fornecidos tendo a aprendizagem significativa como referencial deve ter como princípios fundamentais a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. No caso do mapa conceitual referente a este problema leva-se em conta apenas a diferenciação progressiva, já que é um mapa conceitual linear. Nessa organização, é importante pensar nos organizadores prévios de forma que evidenciem aos alunos a relação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios que, muitas vezes, os aprendizes têm mas não conseguem perceber que estão relacionados ao que lhes está sendo ensinado e posteriormente problematizado.

De modo geral, os alunos obtiveram bom rendimento na elaboração do mapa conceitual 2, sendo que a dezessete (17) dos trinta e dois (32) mapas analisados foram atribuídos rendimentos superiores a 50%, quando comparado ao mapa de referência. O Gráfico 4.2, mostra o rendimento de cada um dos alunos na elaboração do mapa conceitual 2 (comparativamente ao mapa e referência).

A elaboração do mapa conceitual mostrado na Figura 4.5 é a manifestação de uma estrutura cognitiva desorganizada com relação aos conceitos trabalhados. Os mapas conceituais são utilizados para auxiliar a ordenação e o sequenciamento hierarquizados dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Aqui, os mapas conceituais também são utilizados como forma de entender a organização cognitiva do aluno e como forma de avaliação dos seus conhecimentos adquiridos de forma significativa, sendo assim,

pelo mapa conceitual elaborado, teve-se indícios de que o aluno A12 não fixou os conceitos e tampouco obteve aprendizagem.



**Gráfico 4.2** – Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 2.

Por outro lado, o mapa conceitual feito pelo aluno A12 reflete a sua resolução do problema. Como pode-se observar na Figura 4.5, esse mapa conceitual não apresenta hierarquia conceitual adequada; por outro lado, pela forma como usa as palavras de ligação, armando as preposições, o aluno demonstra que não tem entendimento sobre o conteúdo. É um aspecto importante de ser analisado,

pois o mapa conceitual tem como intenção avaliar se o aluno conseguiu identificar e entender os conceitos, e isso não se dá quando os novos conceitos não estão consolidados e organizados na estrutura cognitiva do aluno. Segundo AUSUBEL et al. (1980, p. 288) “uma pequena quantidade de conhecimento consolidado é mais utilizável e transferível; uma grande quantidade de conhecimento instável é difuso e completamente inútil”. Nas palavras de GOWIN (1981, p.81), citado por MOREIRA (2013, p.19):

“O ensino se consuma quando o significado que o aluno capta é o significado (ou conjunto de significados) que o professor pretende que esse material tenha para o aluno. E esse significado é aquele já compartilhado por uma comunidade de usuários.”

Conforme já ressaltado, não existe apenas um mapa conceitual correto. Cada mapa elaborado por um aprendiz é um mapa conceitual, uma representação externa de quem o fez. Usar o “mapa do professor” ou o “mapa de referência” como o único mapa conceitual correto e tentar fazer com que o aluno se aproxime dele podem não ser utilizações adequadas de mapas conceituais. Esses são reproduções externas que expressam, de certa forma, representações internas (cognitivas) de quem elabora o mapa conceitual. Como sugere o mapa mostrado na Figura 4.6, quando um aluno explica seu mapa conceitual, aumenta muito a revelação de suas representações internas, ou de sua organização cognitiva ou ainda sua aprendizagem. Para que se tenha evidências de aprendizagem com significado é muito mais importante que o aluno seja capaz de explicar, justificar, descrever, seu mapa conceitual do que “apresentar um mapa correto” (Luz, 2010).

A Figura 4.6, feito pelo aluno A13, mostra um mapa conceitual diferente do de referência, mas no qual o aluno conseguiu organizar os conceitos de forma aceitável; isso mostra como se externa a organização da estrutura cognitiva do aluno.

De modo geral, os mapas conceituais 2 elaborados pelos alunos apresentaram problemas na hierarquização dos conceitos. O mapa de referência corresponde a um mapa conceitual linear, mas muitos dos alunos esboçaram mapas ramificados, mostrando que os alunos tiveram dificuldade com os conceitos fornecidos, como no exemplo do aluno A12 (Figura 4.5). Outro exemplo é o mapa conceitual feito pelo aluno A13 (Figura 4.6), que coloca em um mesmo nível hierárquico os conceitos homogêneo e insaturado; apesar do mapa conceitual estar

elaborado com coerência pelo aluno, nesse ponto ficou evidente a falta de hierarquia no mapa conceitual.

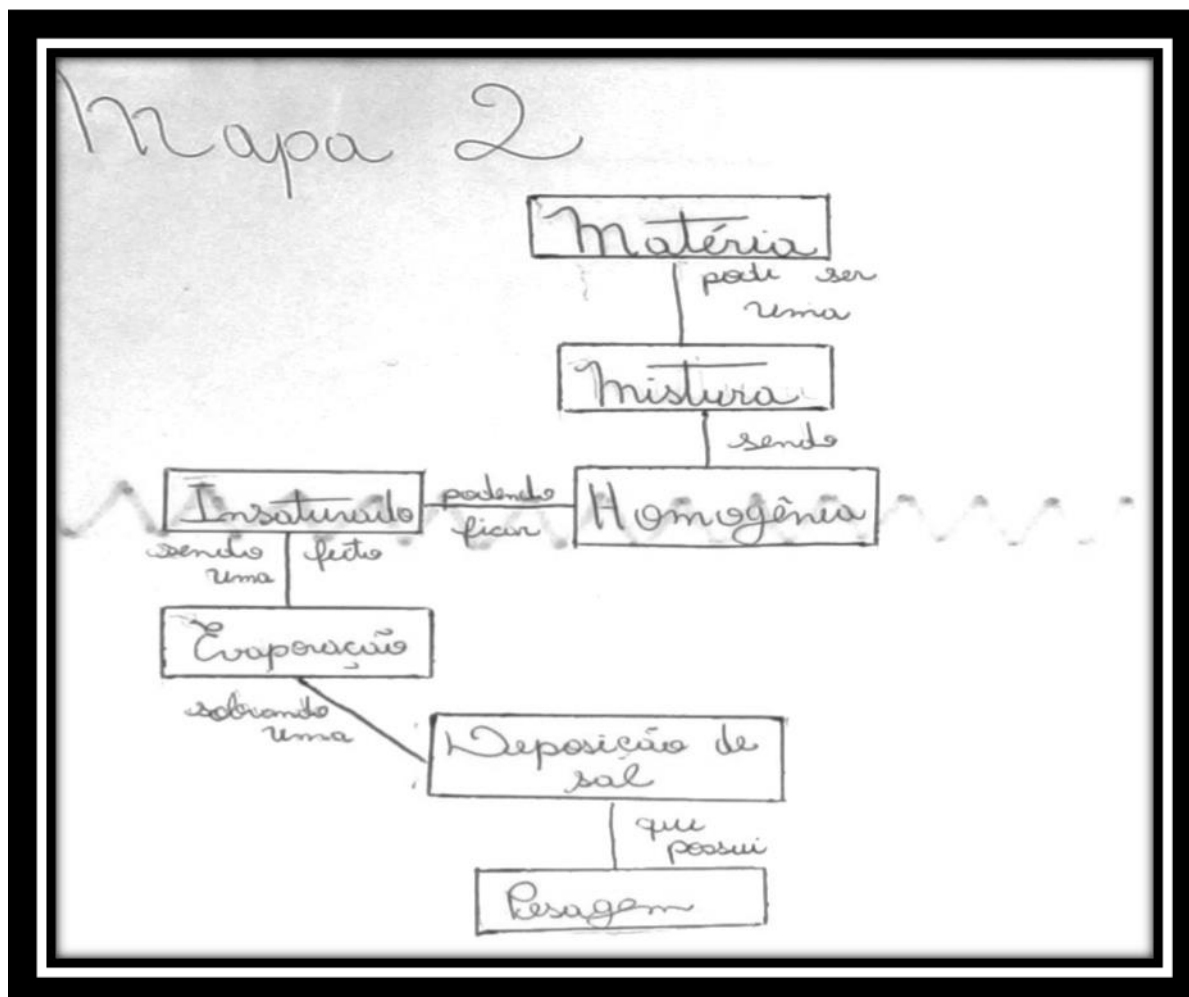


Figura 4.6 – Mapa conceitual feito pelo aluno A13 referente ao problema 2.

#### 4.1.3 - Análise do mapa conceitual 3

Como nos casos anteriores, o mapa conceitual 3 tem “matéria” como o conceito mais geral. Assim o mapa de referência (item 3.5.3 (a)) forma a seguinte frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HETEROGÊNEA** separa-se por **FILTRAÇÃO** da qual obtém-se o **FILTRADO** fazendo a sua **PESAGEM**. Por se tratar de um mapa conceitual com ramificação, pode-se formar uma segunda frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HETEROGÊNEA** separa-se por



**FILTRAÇÃO** da qual obtém-se uma **MISTURA HOMOGÊNEA** essa separa-se por evaporação obtendo-se a **DEPOSIÇÃO DO SAL** e fazendo sua **PESAGEM**. Nas frases formadas, as palavras em negrito representam os conceitos fornecidos aos alunos e as demais são palavras de ligação entre os conceitos, com o intuito de dar sentido à frase. Na Tabela 4.3, são mostradas a pontuação do mapa de referência e as pontuações obtidas pelos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 3.

**Tabela 4.3 – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 3**

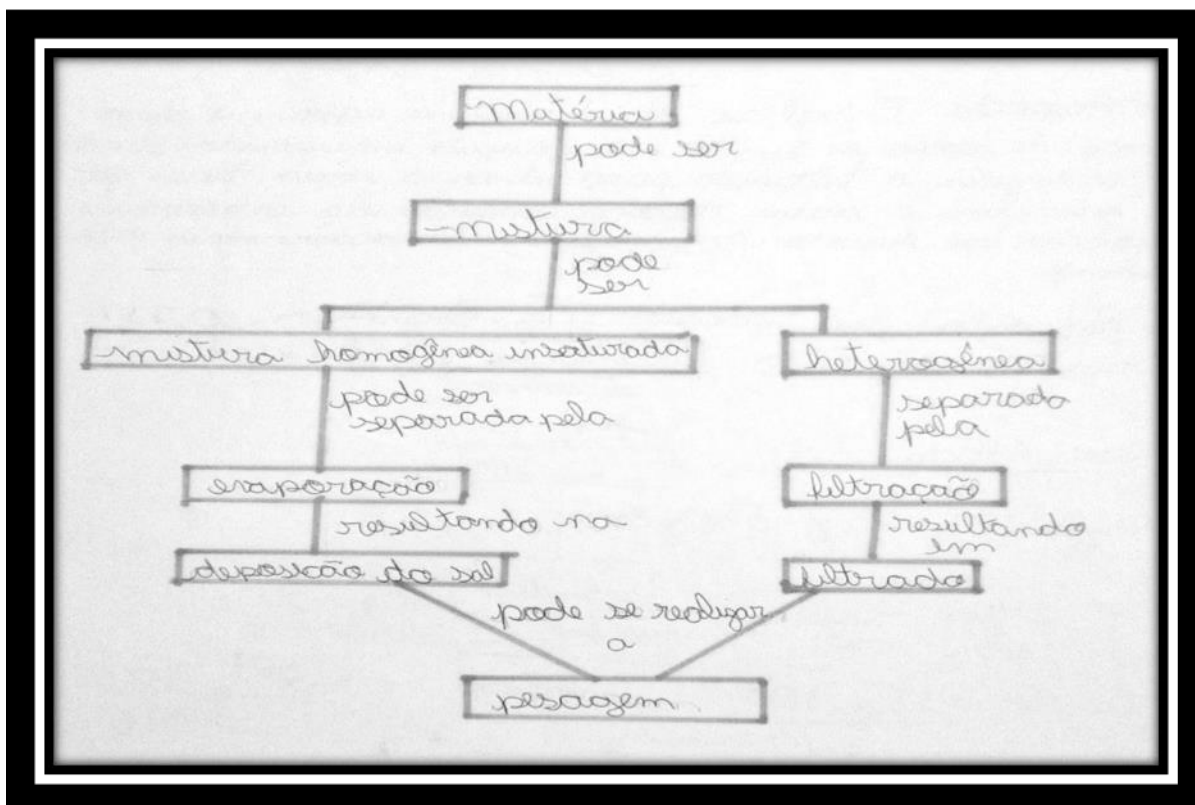
<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A1</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A12</b>
Número de proposições	$9 \times 2 = 12$	$9 \times 2 = 18$	$4 \times 2 = 8$
Hierarquia	$8 \times 5 = 40$	$6 \times 5 = 30$	$2 \times 5 = 10$
Ligações transversais	$1 \times 10 = 10$	$1 \times 10 = 10$	$0 \times 10 = 0$
Exemplos	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$
Total de pontos	62	58	18
Rendimento em relação ao mapa de referência		90,3%	29%

A análise dos mapas conceituais feitos pelos alunos indica que eles tiveram grande dificuldade de hierarquizar o mapa conceitual 3, principalmente pela ramificação desse mapa. Assim, todos os alunos obtiveram como resultado final mapas conceituais diferentes do mapa de referência. Dos 32 alunos, apenas 10 conseguiram alcançar rendimento de 50% nesses mapas conceituais.

Pela análise dos mapas, pôde-se perceber que para o aluno iniciante é muito difícil estruturar um mapa ramificado. Outra dificuldade encontrada pelos alunos foi conseguir entender que, neste mapa, uma mistura heterogênea está em um nível hierárquico mais geral do que uma mistura homogênea. No cognitivo dos alunos, os conceitos “heterogêneo” e “mistura homogênea” têm um mesmo nível hierárquico, o que conceitualmente não está errado, mas para este mapa específico fica fora de hierarquia. Isso será exemplificado mais abaixo pelo mapa conceitual feito pelo aluno A6.

O aluno A1 elaborou um mapa conceitual (Figura 4.7) diferente do mapa de referência, porém o mapa elaborado obteve uma pontuação elevada. A

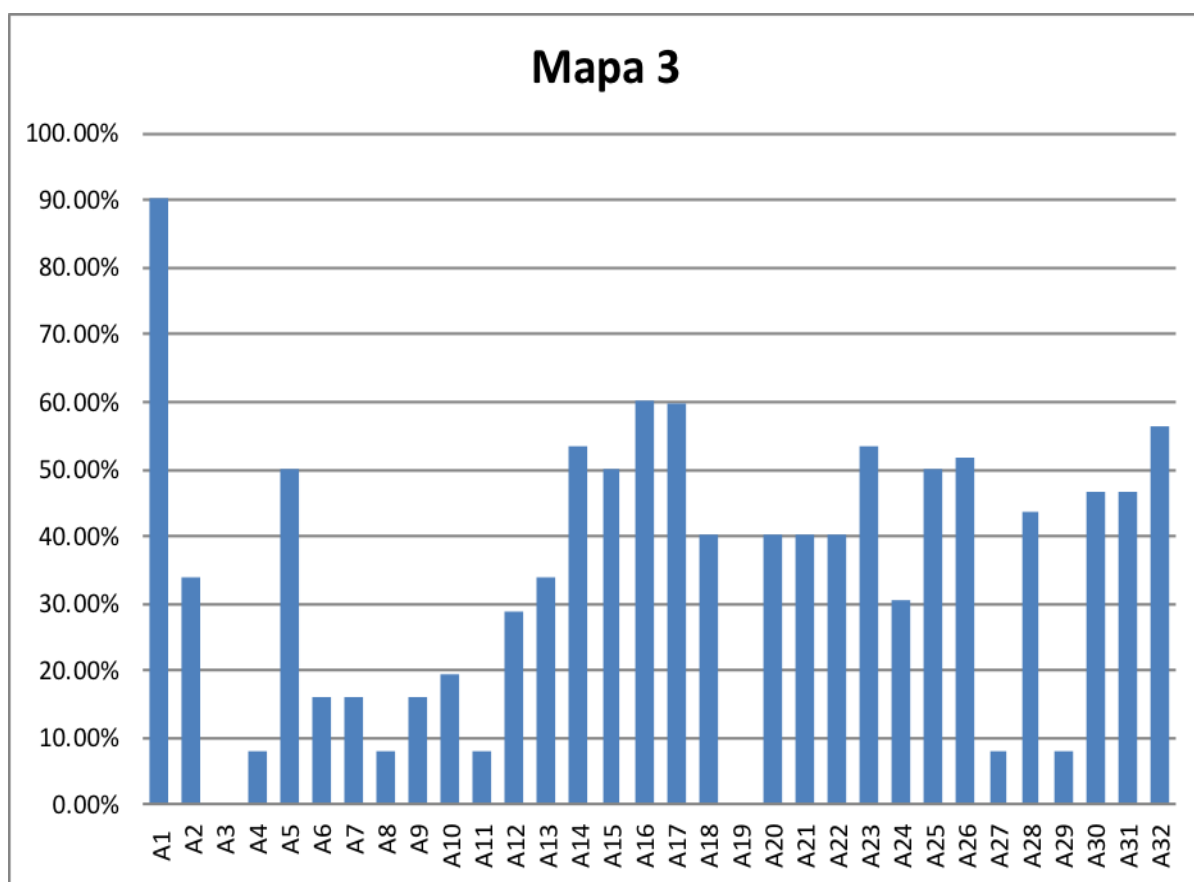
coerência dessa pontuação pode ser comprovada pela resolução do exercício referente ao mapa conceitual 3. Neste exercício, o aluno conseguiu resolver o problema da maneira esperada e que se refere ao mapa conceitual de origem. Isso pode ocorrer em decorrência de uma organização dos conceitos diferente no cognitivo do aprendiz, organização essa mostrada pela diferença entre o mapa de referência e o mapa elaborado pelo aluno.



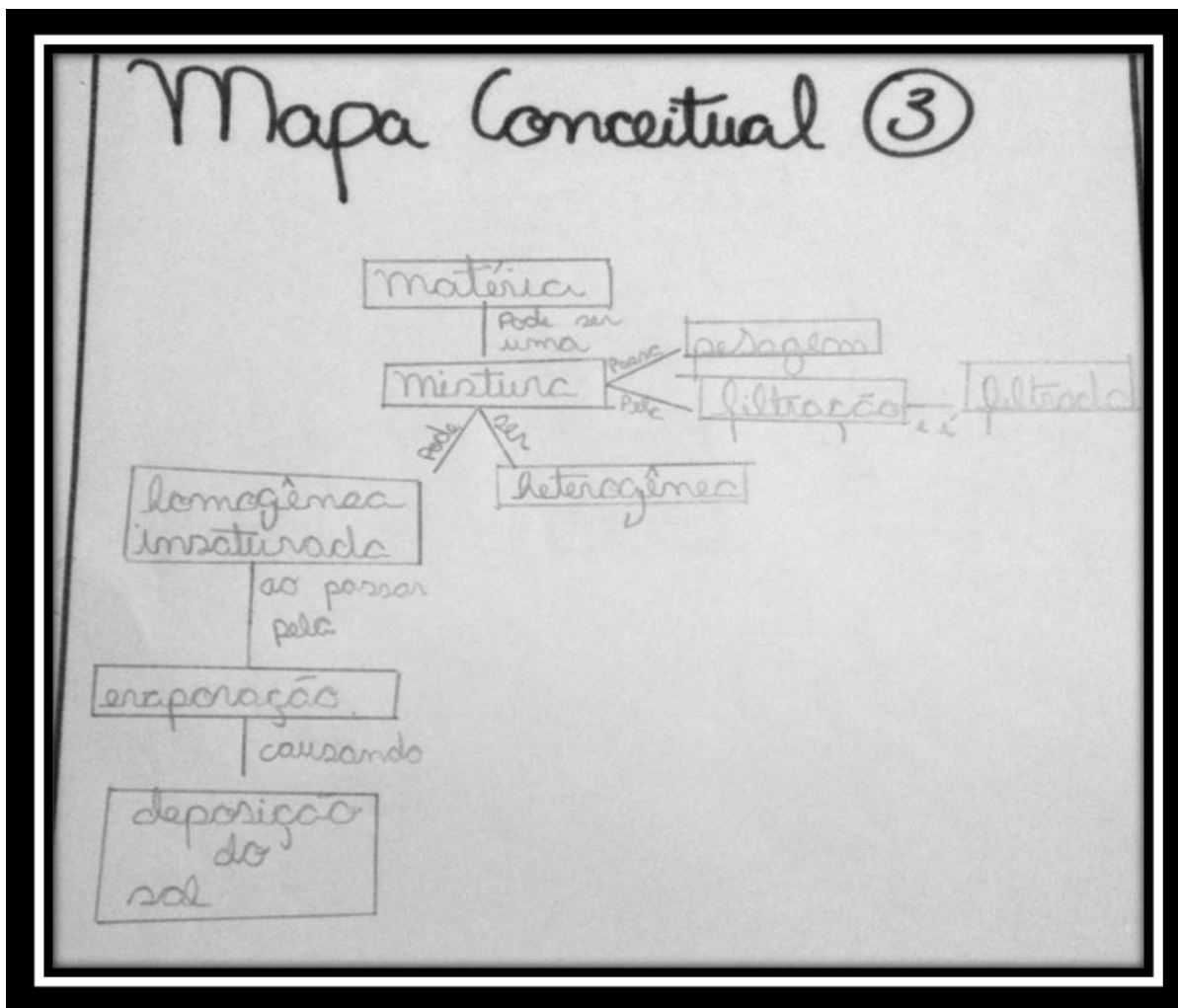
**Figura 4.7** – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 3.

O fato da maioria dos alunos terem feito mapas conceituais que diferem do mapa de referência, pela questão hierárquica já discutida acima, levou a um baixo rendimento, como pode ser visto no Gráfico 4.3. Um mapa conceitual elaborado sem hierarquia conceitual é uma indicação de que o aluno não conseguiu relacionar de maneira correta os conceitos fornecidos. Assim, por meio de um mapa conceitual podemos identificar a dificuldade que o aluno encontrou em estabelecer as conexões entre esses conceitos e, por consequência, a dificuldade em resolver problemas que envolvem os mesmos.

Baseando-se na aprendizagem significativa, uma informação nova é adquirida com um certo esforço do aluno para fazer a ligação entre essa informação e os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Por exemplo, através do mapa conceitual elaborado pelo aluno A6 (Figura 4.8), pode-se vislumbrar a desordem conceitual em sua estrutura cognitiva. O mapa conceitual do aluno expressa como as informações estão relacionadas por ele.



**Gráfico 4.3** – Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 3.



**Figura 4.8** – Mapa conceitual do aluno A6 referente ao problema 3.

Percebe-se nitidamente que o aluno não conseguiu fazer as ligações esperadas entre os conceitos necessários para a resolução. Nas palavras do próprio aluno:

*“Não consigo entender qual etapa devo fazer primeiro para separar essa mistura. Não sei como separar o sal da areia. Se evaporar a água ainda sim tenho misturado o sal e areia”*

Essa colocação do aluno, quando comparada ao mapa conceitual, ilustra a dificuldade de se resolver um problema quando o caminho não está claro, quando os conceitos não estão organizados de maneira correta, hierárquica, na estrutura cognitiva para possibilitar as conexões adequadas entre eles no momento que o indivíduo precisa acessá-los.

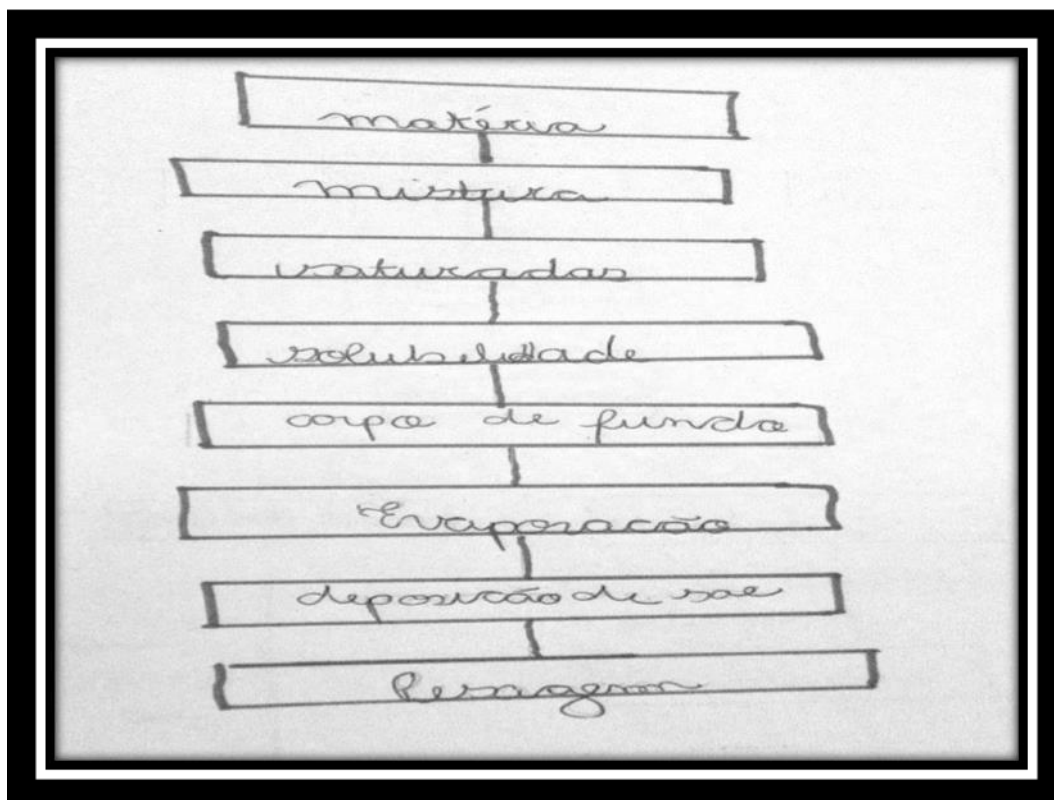
#### 4.1.4 – Análise do mapa conceitual 4

Como já ocorreu nos casos acima, o mapa conceitual 4 também tem “matéria” como o conceito mais geral. Assim, o mapa de referência (item 3.5.3 (d)) forma a seguinte frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HOMOGÊNEA** pode ser **SATURADA** sem **CORPO DE FUNDO** separa-se por **EVAPORAÇÃO** que causa a **DEPOSIÇÃO DO SAL** fazendo sua **PESAGEM** a partir da qual calcula-se a **SOLUBILIDADE**. Como este é um mapa com ramificação, também podemos ler a frase formada da seguinte maneira: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HOMOGÊNEA** pode ser **SATURADA** quando atinge a **SOLUBILIDADE**. Na Tabela 4.4, são mostradas a pontuação do mapa de referência e as pontuações obtidas pelos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 4.

**Tabela 4.4 – Pontuação dos alunos A1 e A12 no mapa conceitual 4**

<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A1</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A12</b>
Número de proposições	9 x 2 = 12	4 x 2 = 8	0 x 2 = 0
Hierarquia	8 x 5 = 40	8 x 5 = 40	2 x 5 = 10
Ligações transversais	1 x 10 = 10	1 x 10 = 10	0 x 10 = 0
Exemplos	0 x 1 = 0	0 x 1 = 0	0 x 1 = 0
Total de pontos	62	58	10
Rendimento em relação ao mapa de referência		93,5%	16%

A pontuação do aluno A12 no mapa conceitual 4 (reproduzido na Figura 4.9) é bastante baixa (16%), o que indica a falta de significado do seu mapa e também a falta de hierarquização. O Gráfico 4.4 mostra o rendimento de cada um dos alunos na elaboração deste mapa conceitual.

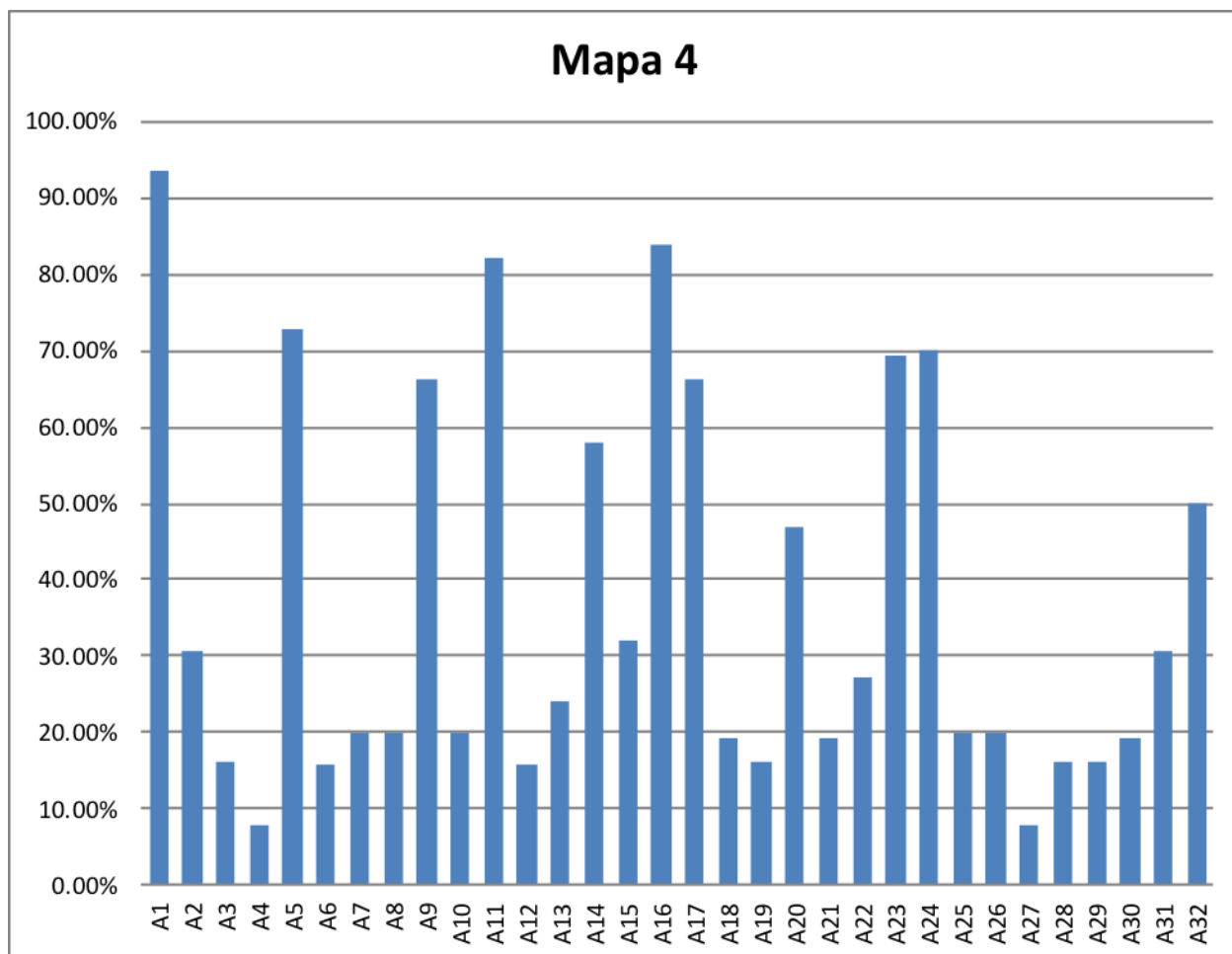


**Figura 4.9** – Mapa conceitual feito pelo aluno A12 referente ao problema 4.

A análise dos mapas mostrou que 100% dos alunos, mesmo os que tiveram dificuldade na hierarquização do seu mapa conceitual, conseguiram extrair dos conceitos fornecidos o mais geral no nível 1; isto é, nenhum dos mapas analisados apresentou erro no conceito mais geral. A maior parte dos alunos (85%) conseguiu extrair a palavra mistura como sendo a segunda mais geral, nível 2 do mapa conceitual. Até mesmo no mapa conceitual do aluno A12 (Figura 4.9), um mapa totalmente distorcido em relação ao mapa de referência, os conceitos iniciais (matéria e mistura) estão colocados na forma hierárquica correta. A partir do nível 3, ocorreram muitas inversões hierárquicas, sendo que só 12 mapas conceituais tinham apenas o conceito homogênea neste nível.

A análise geral dos mapas conceituais mostra ainda que apenas 11 alunos obtiveram rendimentos superiores a 50% na elaboração dos mapas. Assim como no mapa conceitual 3, os alunos tiveram dificuldade para fazer a diferenciação progressiva entre os conceitos. Dos mapas conceituais dos alunos com rendimento abaixo de 50%, pode-se observar a dificuldade de hierarquizar os conceitos fornecidos a partir do terceiro nível do mapa conceitual. Isso é ilustrado pelo mapa

conceitual feito pelo aluno A6, reproduzido na Figura 4.10. Esse mapa também mostra o que muitos alunos fizeram em seus mapas conceituais, ou seja, a utilização do conceito homogênea na mesma hierarquia do conceito mistura. Um destes alunos, quando questionado, disse que remete à ideia de mistura homogênea e mistura heterogênea, e por isso no mesmo nível hierárquico.



**Gráfico 4.4** – Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 4.

A partir do nível 3, poucos alunos conseguiram se aproximar do mapa conceitual de referência. Esses resultados podem ser um indício da dificuldade dos alunos em relacionar uma maior quantidade de conceitos e hierarquizá-los e explicitar isso por meio da diferenciação progressiva e, ainda como proposto pelo mapa de referência, reconhecer uma reconciliação integrativa entre esses conceitos. Isto é, em casos como o do mapa conceitual 4, o reconhecimento e estruturação cognitiva se tornam difíceis, principalmente por se tratar de alunos iniciantes.

Finalmente, a Figura 4.11 mostra a proximidade entre o mapa conceitual do aluno A1 e o mapa conceitual de referência indicado no item 3.5.3 (d).

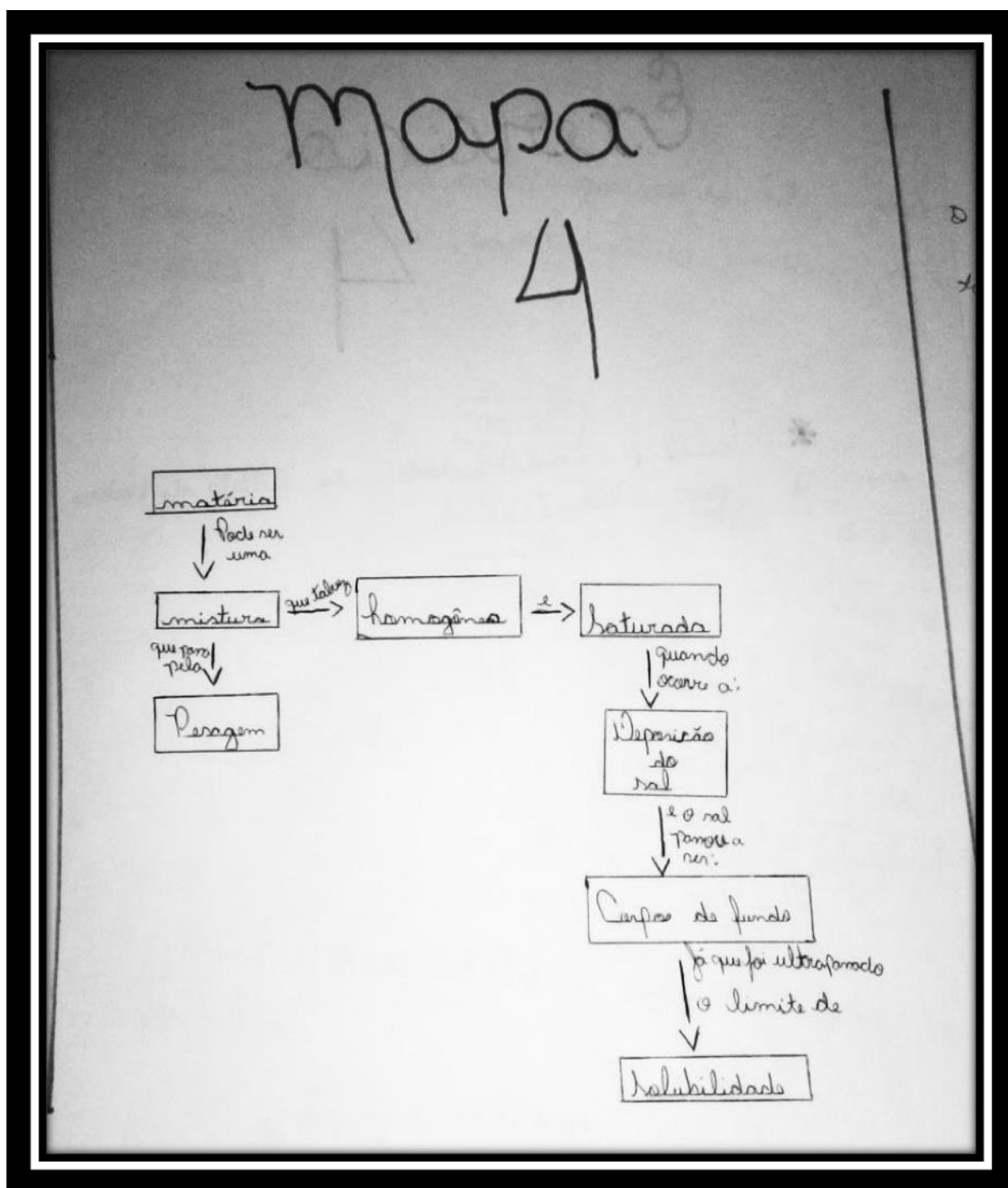


Figura 4.10 – Mapa conceitual feito pelo aluno A6 referente ao problema 4.



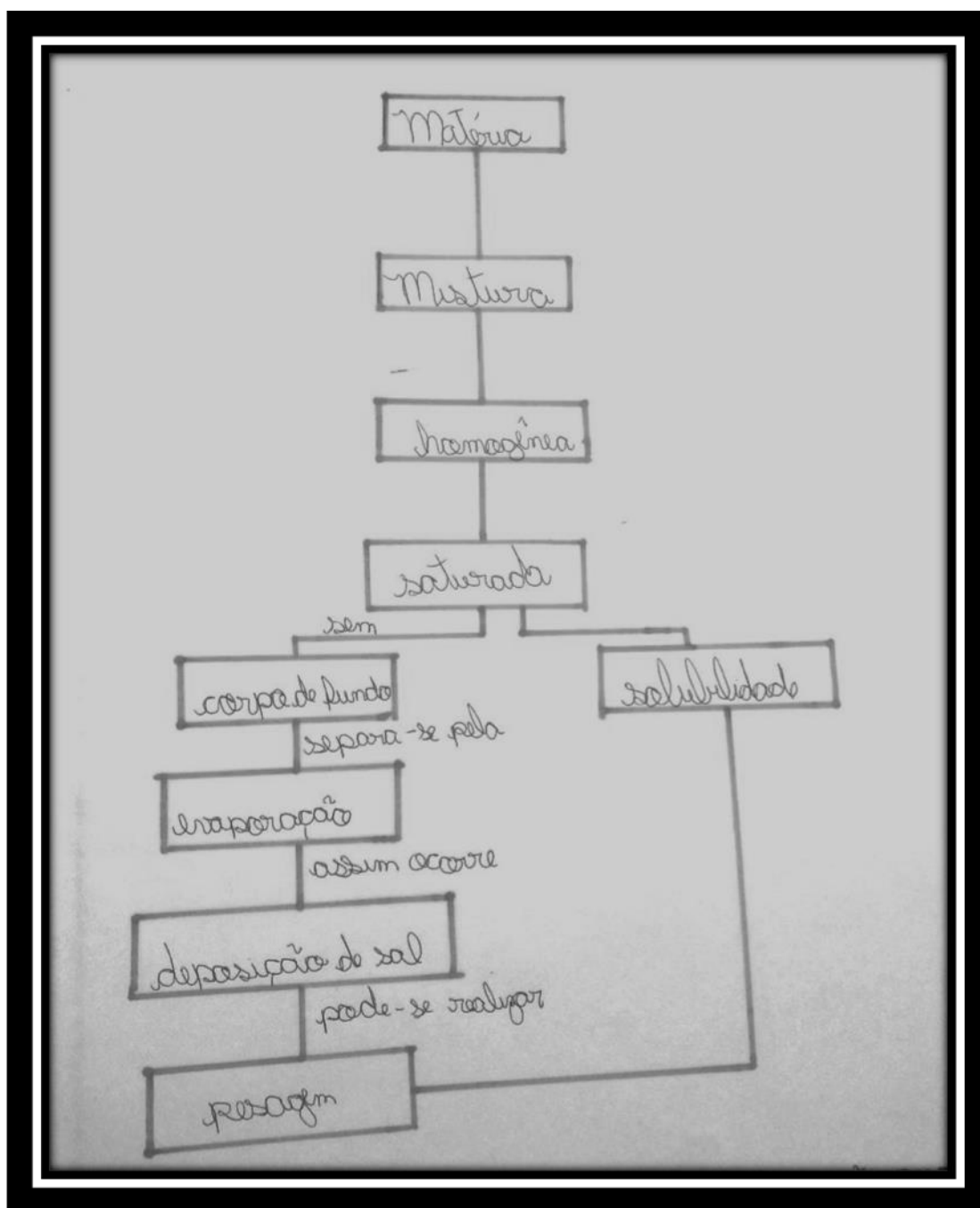


Figura 4.11 – Mapa conceitual feito pelo aluno A1 referente ao problema 4.

#### 4.1.5 – Análise do mapa conceitual 5

Associada ao mapa de referência (item 3.5.3 (e)) do mapa conceitual 5, tem-se a seguinte frase: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HETEROGÊNEA** separa-se por **FILTRAÇÃO** da qual obtêm-se **MISTURA HOMOGÊNEA SATURADA** separa-se por **EVAPORAÇÃO** obtendo-se a **DEPOSIÇÃO DO SAL** fazendo-se sua **PESAGEM**. Por se tratar de um mapa conceitual com ramificação, também pode-se ter a frase formada da seguinte maneira: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HETEROGÊNEA** separa-se por **FILTRAÇÃO** da qual obtêm-se o **FILTRADO** fazendo-se sua **PESAGEM**. Como pode ser inferido dessas frases, o conceito mais geral é matéria. No mapa de referência, o conceito “filtrado” está no mesmo nível hierárquico do conceito “mistura homogênea saturada”; além disso, o conceito “filtrado” está ligado ao restante do mapa por uma reconciliação integrativa via o conceito “pesagem”. Na Tabela 4.5, são mostradas a pontuação do mapa de referência e as pontuações obtidas pelos alunos A15 e A4 no mapa conceitual 5.

**Tabela 4.5 – Pontuação dos alunos A15 e A4 no mapa conceitual 5**

<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A15</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A4</b>
Número de proposições	$9 \times 2 = 18$	$8 \times 2 = 16$	$0 \times 2 = 0$
Hierarquia	$8 \times 5 = 40$	$8 \times 5 = 40$	$2 \times 5 = 10$
Ligações transversais	$1 \times 10 = 10$	$1 \times 10 = 10$	$0 \times 10 = 0$
Exemplos	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$
Total de pontos	68	66	10
Rendimento em relação ao mapa de referência		97%	14%

Na Figura 4.12 é mostrado o mapa conceitual feito pelo aluno A15, mapa esse em que teve rendimento de 97%, o que indica que ele está muito próximo ao mapa de referência (item 3.5.3 (e)). Por outro lado, na Figura 4.13 é mostrado o mapa conceitual feito pelo aluno A4, que obteve um rendimento de

apenas 14%, pois este mapa conceitual está muito distante do mapa de referência (item 3.5.3 (e)). No Gráfico 4.5 é mostrado o rendimento de todos os alunos em relação ao mapa conceitual 5.

A análise dos 32 mapas feitos pelos alunos indica um rendimento muito baixo na elaboração do mapa conceitual 5, muito provavelmente devido à dificuldade dos alunos em aplicarem a diferenciação progressiva a mapas ramificados. Dos 32 mapas analisados, apenas 10 obtiveram rendimento superior a 50%. Portanto, a maior parte dos alunos apresentou grande dificuldade em conseguir perceber a hierarquização do mapa conceitual referente ao conceito “separação de mistura” ser mais geral que o conceito “mistura homogênea saturada”. A dificuldade aqui foi perceber que a mistura homogênea saturada pode derivar de uma mistura heterogênea, perdendo a estrutura de hierarquização do mapa. O mapa mostrado na Figura 4.13 ilustra o que aconteceu com muitos dos mapas elaborados, no momento em que, após o conceito mistura, o aluno já utilizou os conceitos “heterogênea” e “mistura homogênea saturada”.

A reconciliação integrativa ainda se mostrou um problema para os alunos, pois apenas 12 mapas apresentaram a relação de integração proposta no mapa de referência. A Figura 4.14 mostra o mapa conceitual elaborado pelo aluno A17, o qual se aproxima muito do mapa de referência.

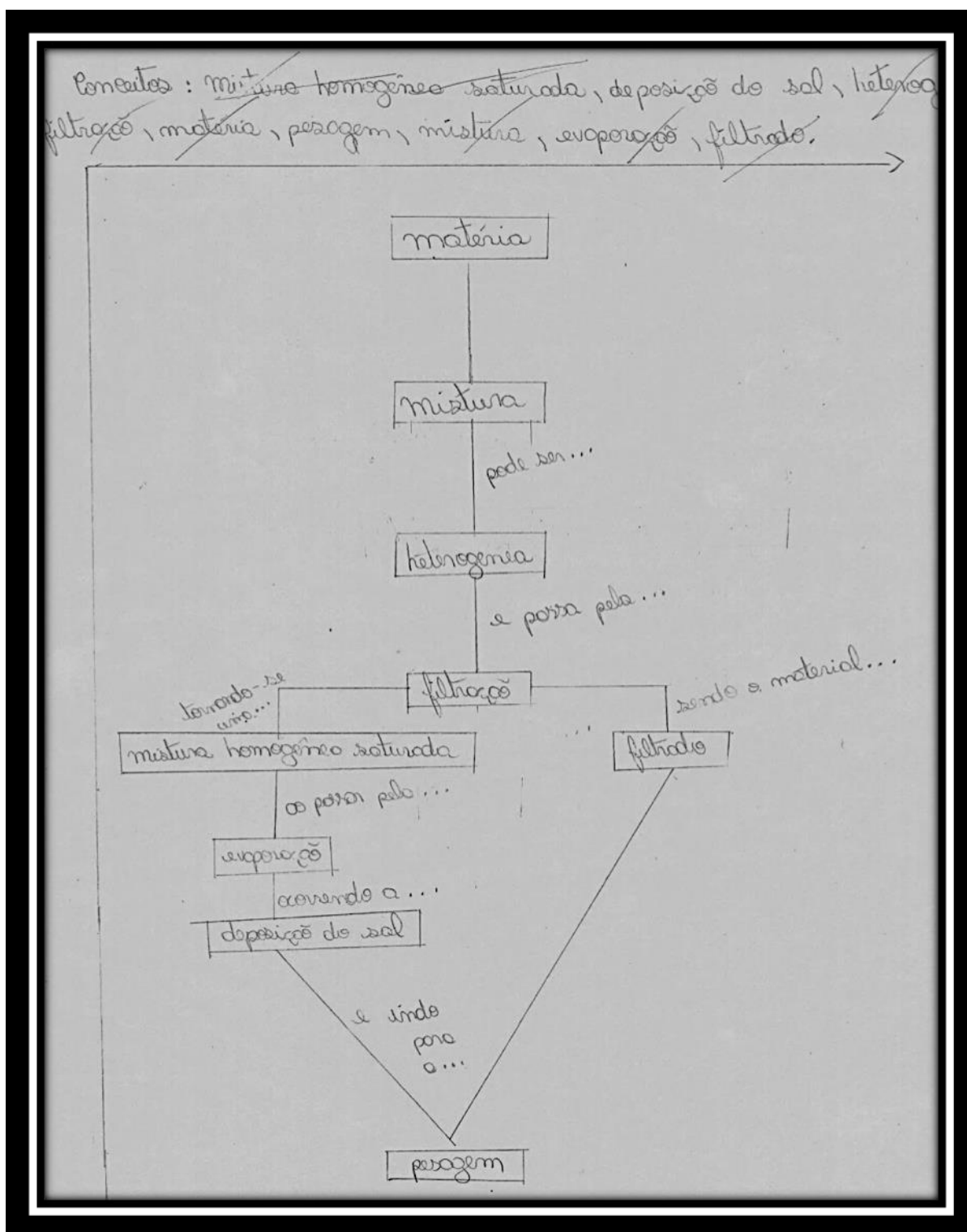


Figura 4.12 – Mapa conceitual feito pelo aluno A15 referente ao problema 5.

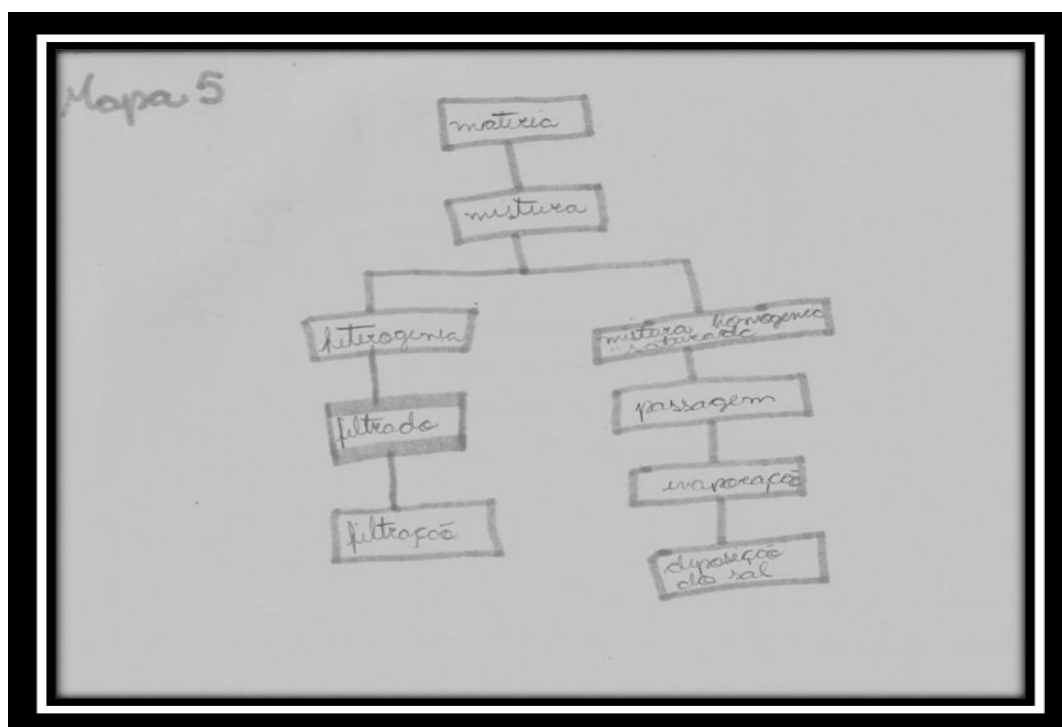


Figura 4.13 – Mapa conceitual feito pelo aluno A4 referente ao problema 5.

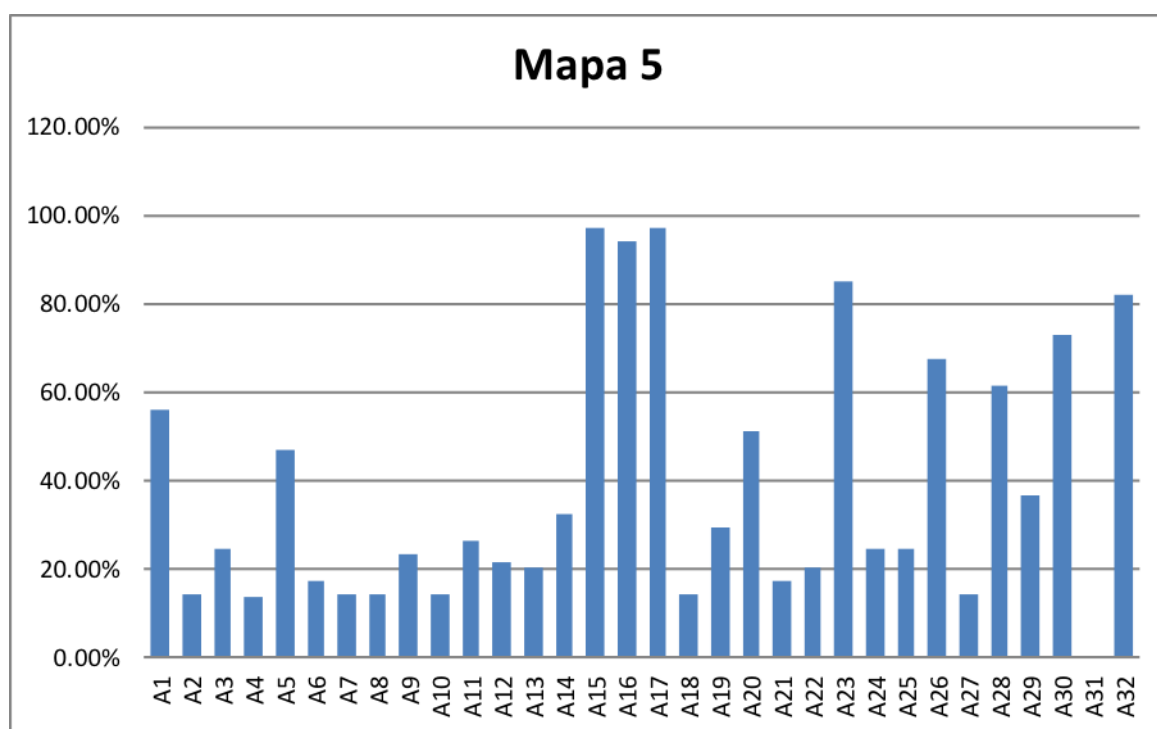


Gráfico 4.5 – Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 5.

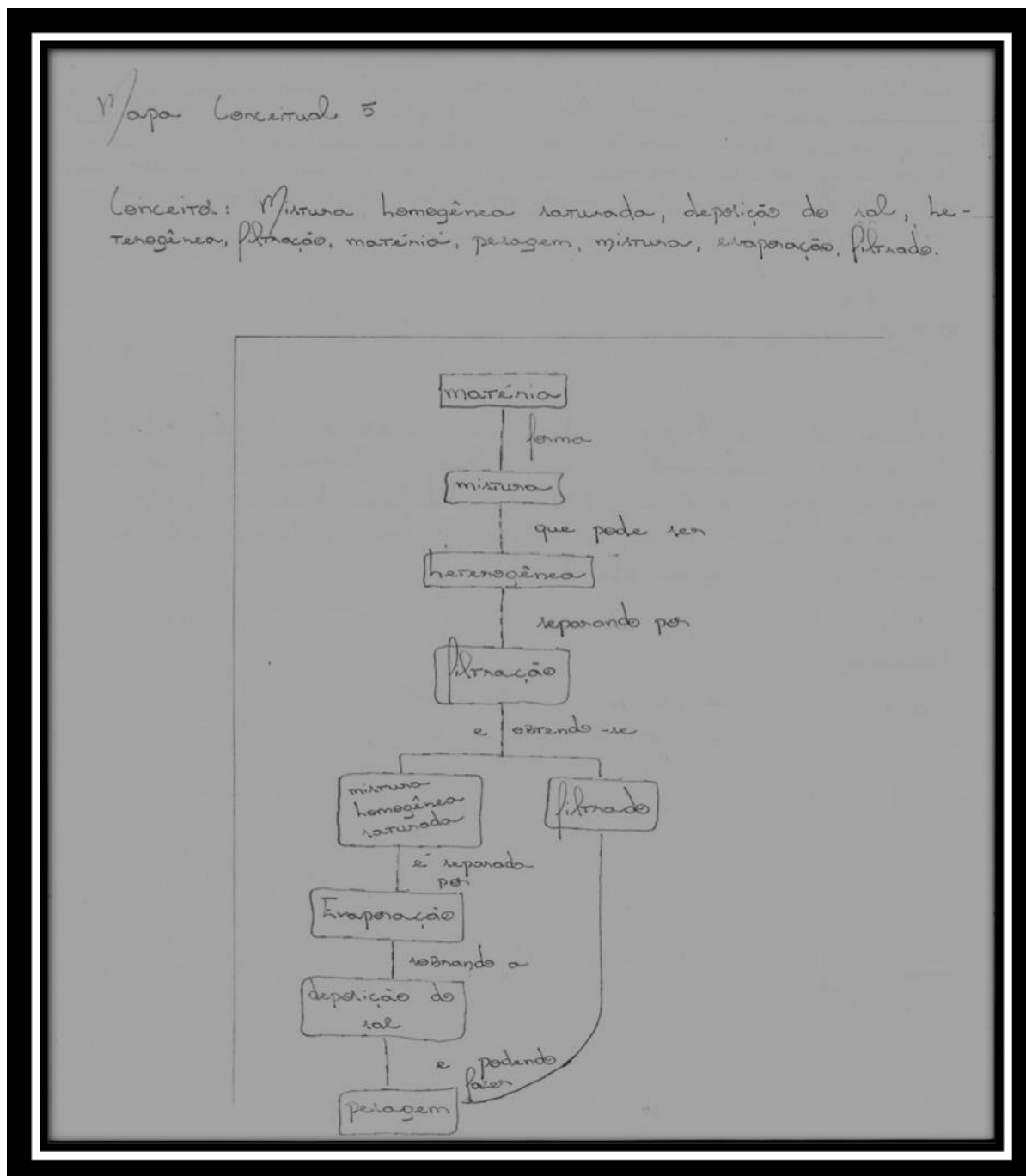


Figura 4.14 – Mapa conceitual feito pelo aluno A17 referente ao problema 5.

#### 4.1.6 - Análise do mapa conceitual 6

A partir do mapa de referência (item 3.5.3 (f)), pode-se formar a seguinte frase para o mapa conceitual 6: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** pode ser a **HETEROGÊNEA** separa-se por **FILTRAÇÃO** obtém-se o **FILTRADO** fazendo sua **PESAGEM**. Como se trata de um mapa conceitual ramificado, também pode-se ler a frase formada da seguinte maneira: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HOMOGÊNEA** separa-se por **EVAPORAÇÃO** obtendo-se a **DEPOSIÇÃO DO SAL** fazendo a sua **PESAGEM**. E ainda temos nesse último mapa/problema um terceiro caminho para a leitura do mapa conceitual. Lê-se da seguinte maneira: **MATÉRIA** pode formar **MISTURA** tal como a **HOMOGÊNEA** é obtida pela **DISSOLUÇÃO** de um **SOLUTO** em um **SOLVENTE**.

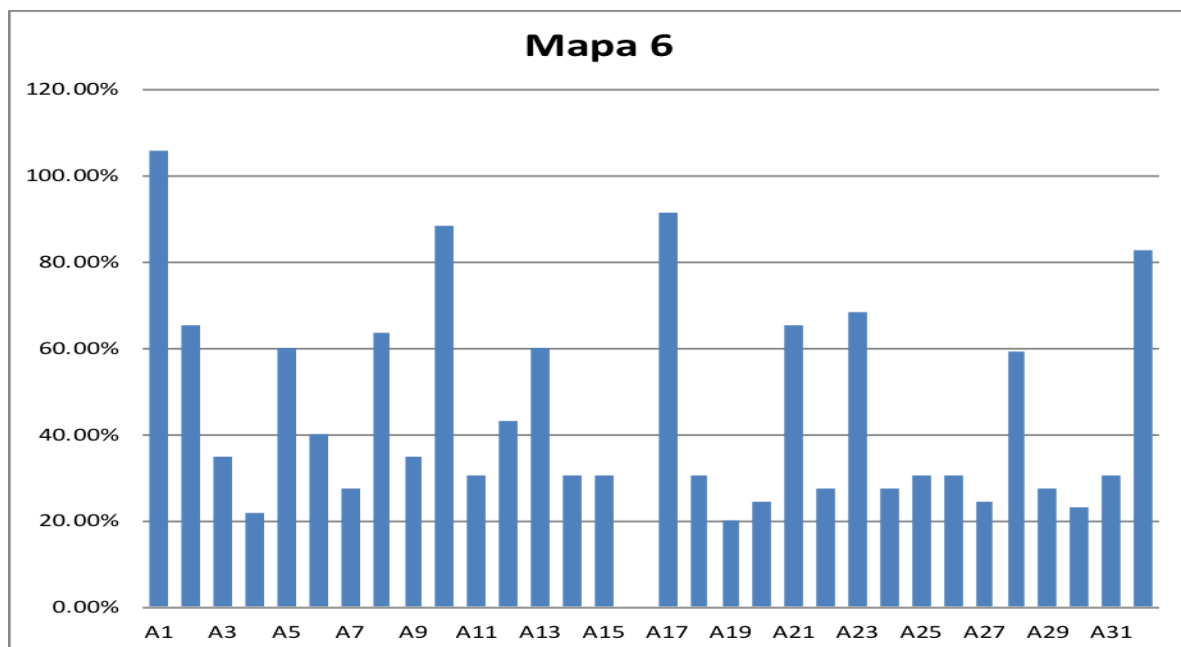
As frases acima formadas indicam a sequência hierárquica que o aluno deveria seguir. Na Tabela 4.6, são mostradas a pontuação do mapa de referência e as pontuações obtidas pelos alunos A1, A17 e A32 no mapa conceitual 6.

**Tabela 4.6** – Pontuação dos alunos A1, A17 e A32 no mapa conceitual 6

<b>Crítérios classificatórios</b>	<b>Mapa conceitual de referência</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A1</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A17</b>	<b>Mapa conceitual do aluno A32</b>
Número de proposições	$12 \times 2 = 24$	$9 \times 2 = 18$	$9 \times 2 = 18$	$11 \times 2 = 22$
Hierarquia	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$
Ligações transversais	$1 \times 10 = 10$	$2 \times 10 = 20$	$1 \times 10 = 10$	$0 \times 10 = 0$
Exemplos	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$0 \times 0 = 0$
Total de pontos	69	73	63	57
Rendimento em relação ao mapa de referência		105,7%	91,3%	82,6%

O mapa conceitual 6 envolve uma grande quantidade de conceitos, sendo ainda o mapa com maior número de ramificações, podendo ser visto como o mapa conceitual de maior dificuldade de elaboração dentre todos. Na análise dos mapas conceituais feitos pelos alunos em relação ao mapa de referência, um terço deles obteve nota maior que 50%. Todos os mapas conceituais analisados

apresentaram como conceito mais geral “matéria”, coerente com o mapa de referência (item 3.5.3 (f)). No Gráfico 4.6 é mostrado o rendimento de todos os alunos em relação ao mapa conceitual 6.



**Gráfico 4.6** — Rendimento dos alunos na elaboração do mapa conceitual 6.

Na Figura 4.15, é apresentado o mapa conceitual elaborado pelo aluno A32, o qual se aproxima bem do mapa de referência proposto. Por outro lado, o aluno A1 propôs um mapa conceitual (Figura 4.16) que possui estrutura bastante diferente daquela do mapa de referência; porém o mapa feito pelo aluno obteve uma excelente pontuação, como destacado na Tabela 4.6. O aluno conseguiu estruturar o mapa com o conceito mais geral “matéria”, seguindo para o nível 2 com o conceito “mistura” e passando ao nível 3 com os conceitos “homogêneo” e “heterogênea”. A partir do 4º nível de hierarquia, o aluno propôs um caminho diferente, o que, apesar da alta pontuação obtida pelo mapa, dificulta a análise da estrutura cognitiva do aluno em relação aos conceitos fornecidos. Apesar da diferença entre os mapas (mapa de referência e mapa do aluno) existe uma estruturação entre os conceitos. Note-se que houve uma inversão entre os conceitos “homogênea” e “heterogênea”, o que, segundo o aluno, foi um descuido na hora de escrever os conceitos na caixa (porém, foram descontados pontos por este erro).



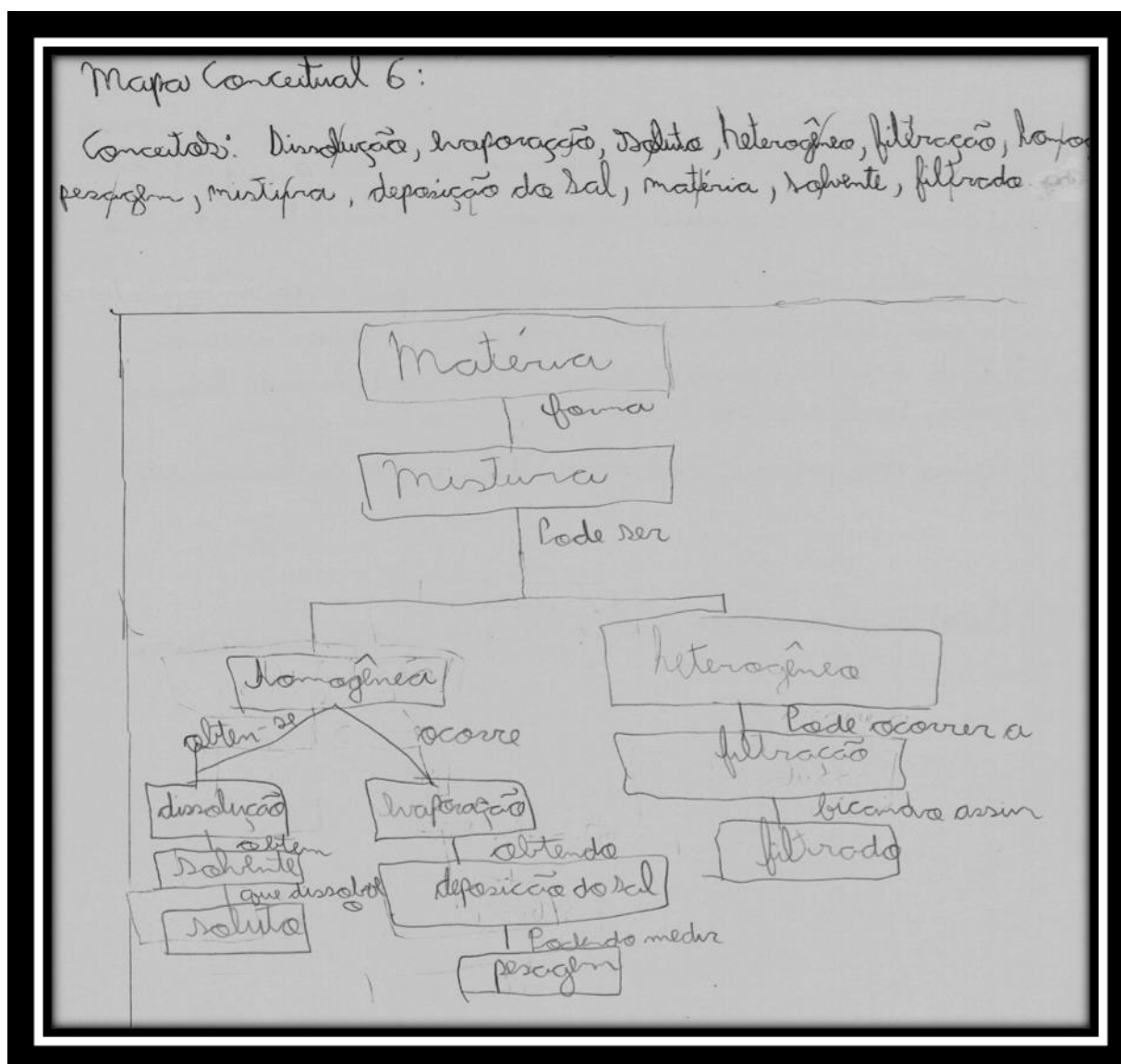


Figura 4.15 – Mapa conceitual do aluno A32 referente ao problema 6.

O mapa conceitual feito pelo aluno A19, mostrado na Figura 4.17, representa uma das situações onde houve dificuldade na hierarquização dos conceitos; com exceção dos dois conceitos mais gerais, os outros conceitos apresentam-se de forma imprecisa.

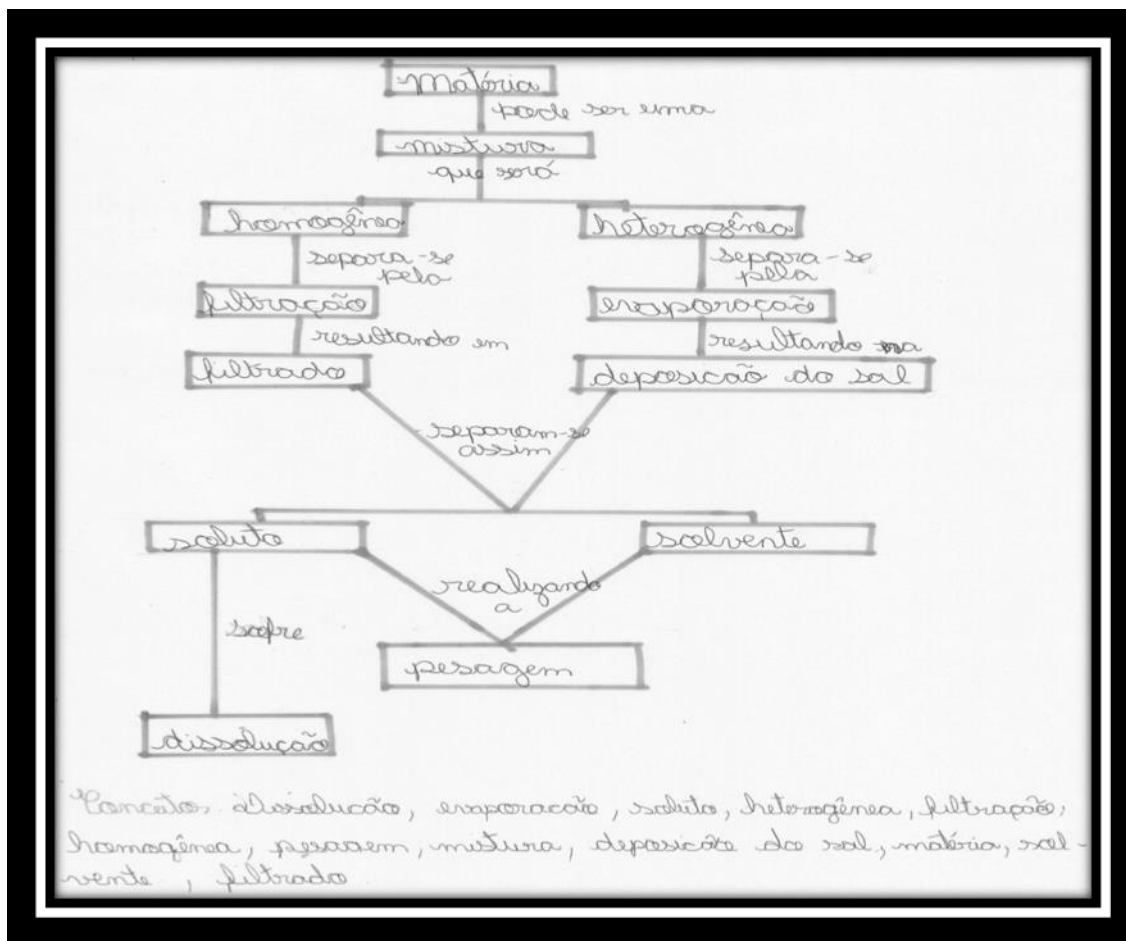


Figura 4.16 – Mapa conceitual do aluno A1 referente ao problema 6.

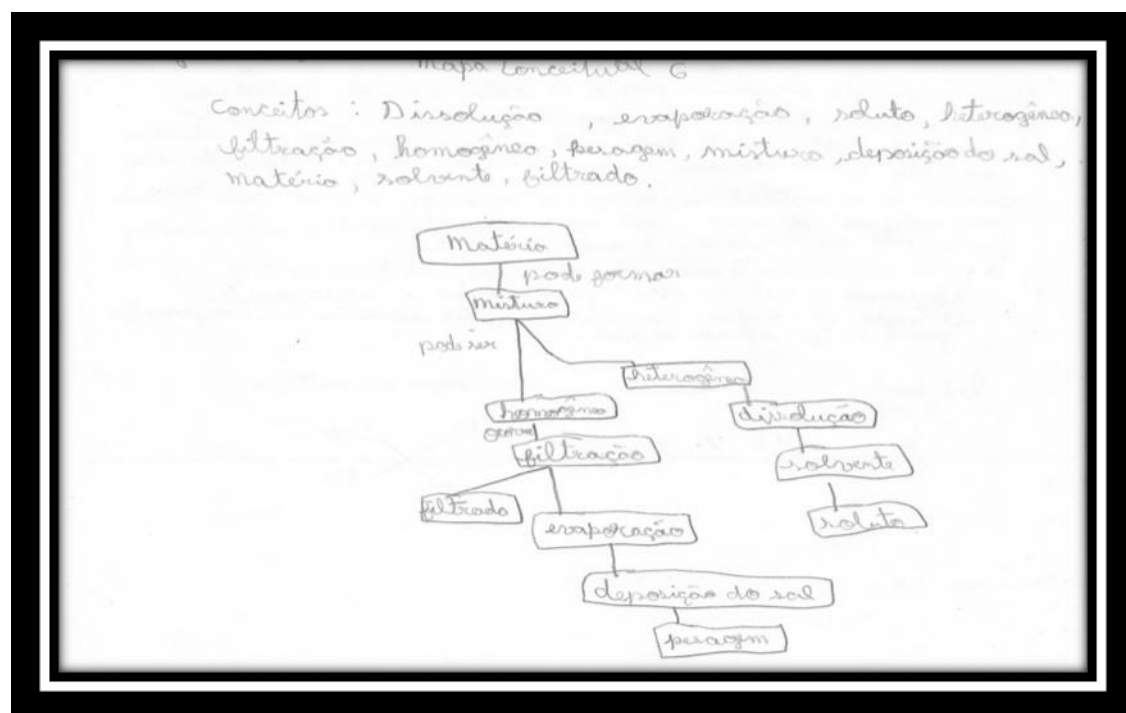


Figura 4.17 – Mapa conceitual do aluno A19 referente ao problema 6.

#### 4.1.7 – Comparação entre os mapas de 1 a 6

A comparação dos resultados obtidos nos diferentes mapas conceituais possibilita um melhor entendimento da evolução dos alunos ao longo da pesquisa.

A elaboração dos mapas conceituais 1 e 2 mostrou-se mais simples para os alunos, mesmo com menor tempo de contato com os mapas em relação aos mapas conceituais seguintes. Isso ocorreu por se tratar de dois mapas lineares, sem relações cruzadas, e também por possuírem um menor número de conceitos.

No caso dos problemas seguintes (mapas conceituais 3, 4, 5 e 6), que possuem maior grau de dificuldade, por possuírem maior número de conceitos que os dois primeiros mapas, os alunos tiveram mais dificuldade. Outra situação que se traduz em uma maior dificuldade para a elaboração desses mapas são as suas ramificações e as relações cruzadas possíveis.

No mapa conceitual 1, dos 32 alunos que participaram da pesquisa, 22 (68,7% do total) obtiveram rendimento acima de 50%. No mapa conceitual 2, 15 alunos (46,8% do total) obtiveram rendimento acima de 50%. Portanto, houve uma queda de rendimento do mapa conceitual 1 para o mapa conceitual 2.

A partir dos dados mostrados nos Gráficos 4.1 a 4.6, pode-se desagregar o rendimento de cada aluno nos distintos mapas conceituais e analisar se houve ou não evolução nesse rendimento, levando sempre em consideração o grau de dificuldade para cada mapa. Cabe destacar que em alguns casos, o rendimento num dado mapa conceitual foi maior que 100% (veja-se, por exemplo, o caso do aluno A1 no mapa conceitual 6 – Tabela 4.6), o que indica que o aluno conseguiu adicionar ou relacionar exemplos ou ligações pertinentes que não estavam no mapa de referência.

Ao se relacionar o rendimento dos alunos no mapa conceitual 3 (Gráfico 4.3 – só 10 alunos obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ ) com os rendimentos nos mapas conceituais 1 e 2 (Gráficos 4.1 e 4.2), percebe-se que houve uma queda significativa de rendimento. Isso decorreu do grau de dificuldade adicional que o mapa conceitual 3 apresenta em relação aos mapas conceituais 1 e 2. Algo similar será perceptível para os mapas conceituais 4, 5 e 6, analisados quantitativamente abaixo.

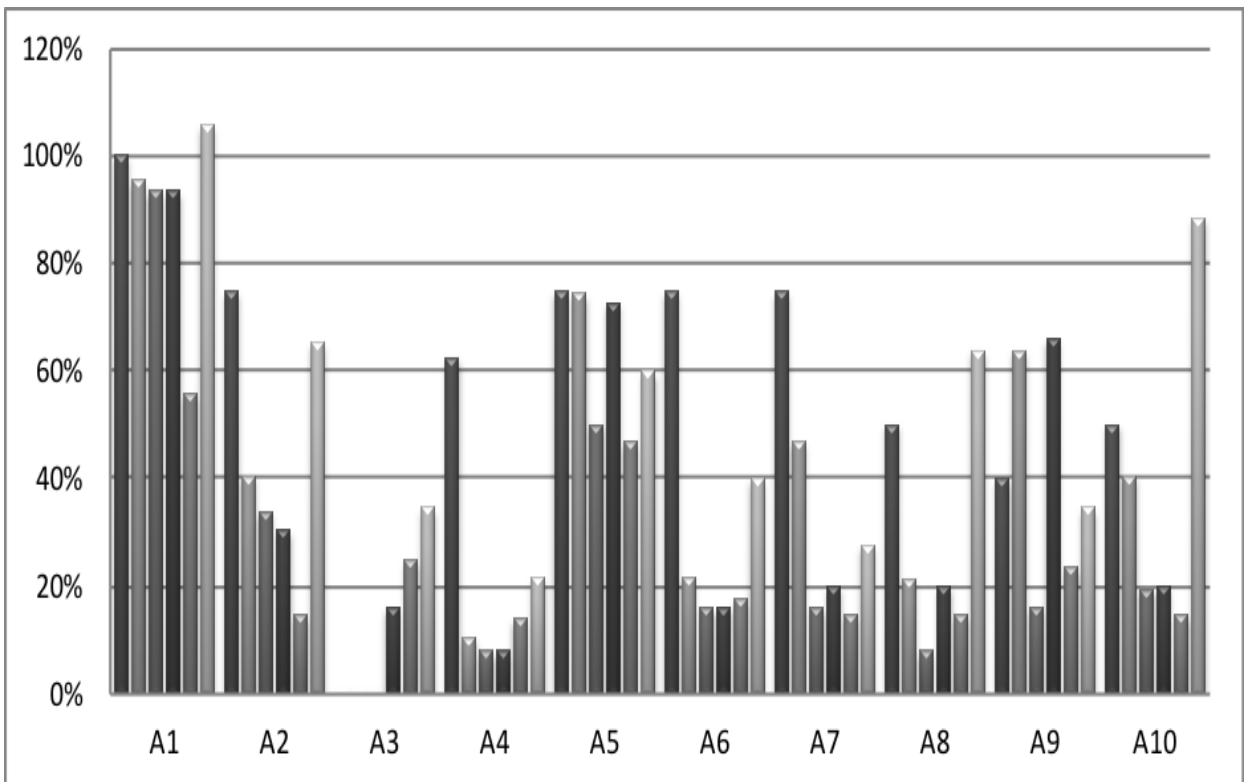
No caso do mapa conceitual 4 (Gráfico 4.4), também foram só 10 os alunos que obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ . Contudo, 16 alunos obtiveram rendimento  $\leq 20\%$ ; em outras palavras, 50% dos alunos obtiveram um rendimento muito baixo em relação ao mapa de referência.

Da análise do mapa conceitual 5 (Gráfico 4.5), mais uma vez encontra-se que foram só 10 os alunos que obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ . Mas nesse caso o número de alunos que obtiveram rendimento  $\leq 20\%$  é menor; foram 11, o que indica uma melhora de rendimento em relação ao apresentado no mapa conceitual 4. Dado que o grau de dificuldade dos dois mapas é próximo, pode-se dizer que o maior tempo de contato e familiarização com os mapas resultou em um melhor rendimento.

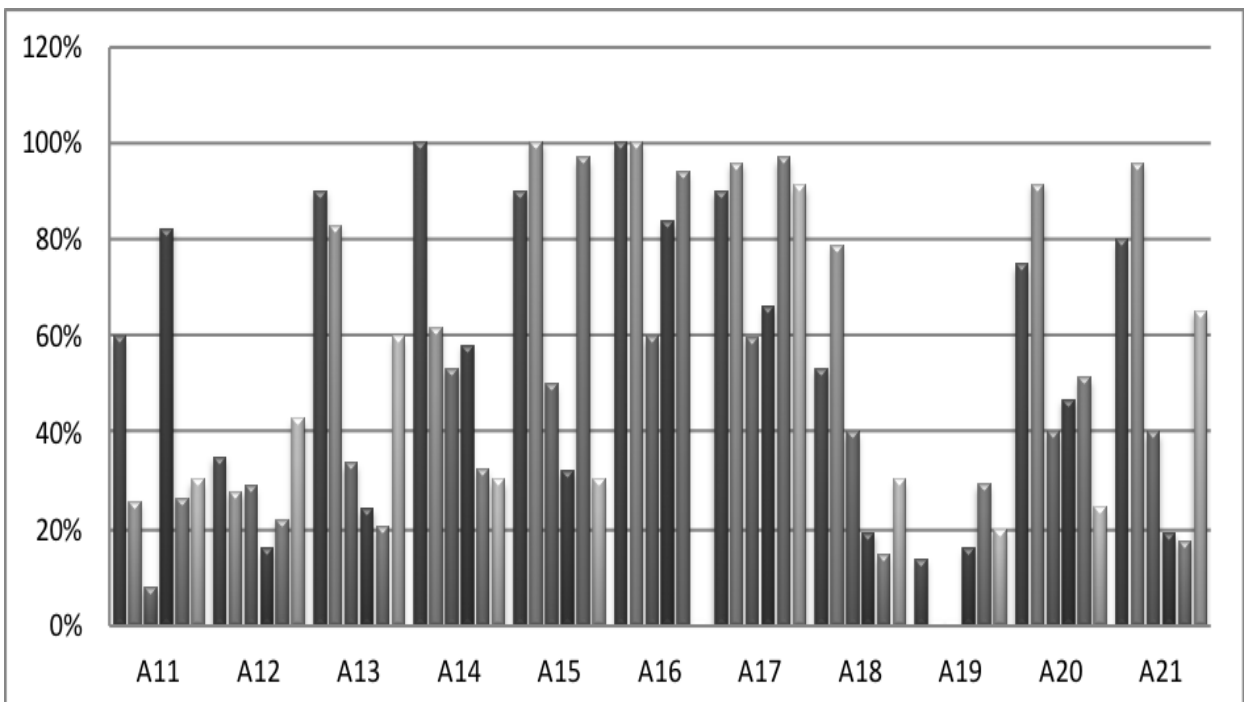
No caso do mapa conceitual 6 (Gráfico 4.6), 11 alunos obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ . Um dado bastante conclusivo é que, quando os dados de rendimento nesse mapa conceitual são comparados aos dos mapas conceituais anteriores, pode-se perceber uma melhora significativa no rendimento, já que apenas um aluno não atingiu os 20% de rendimento.

A seguir, nos Gráficos 4.7, 4.8 e 4.9, são mostrados agrupados os rendimentos obtidos nos diferentes mapas conceituais pelos 32 alunos, o que permite visualizar como o desempenho de cada um deles evoluiu ao longo do desenvolvimento do projeto.

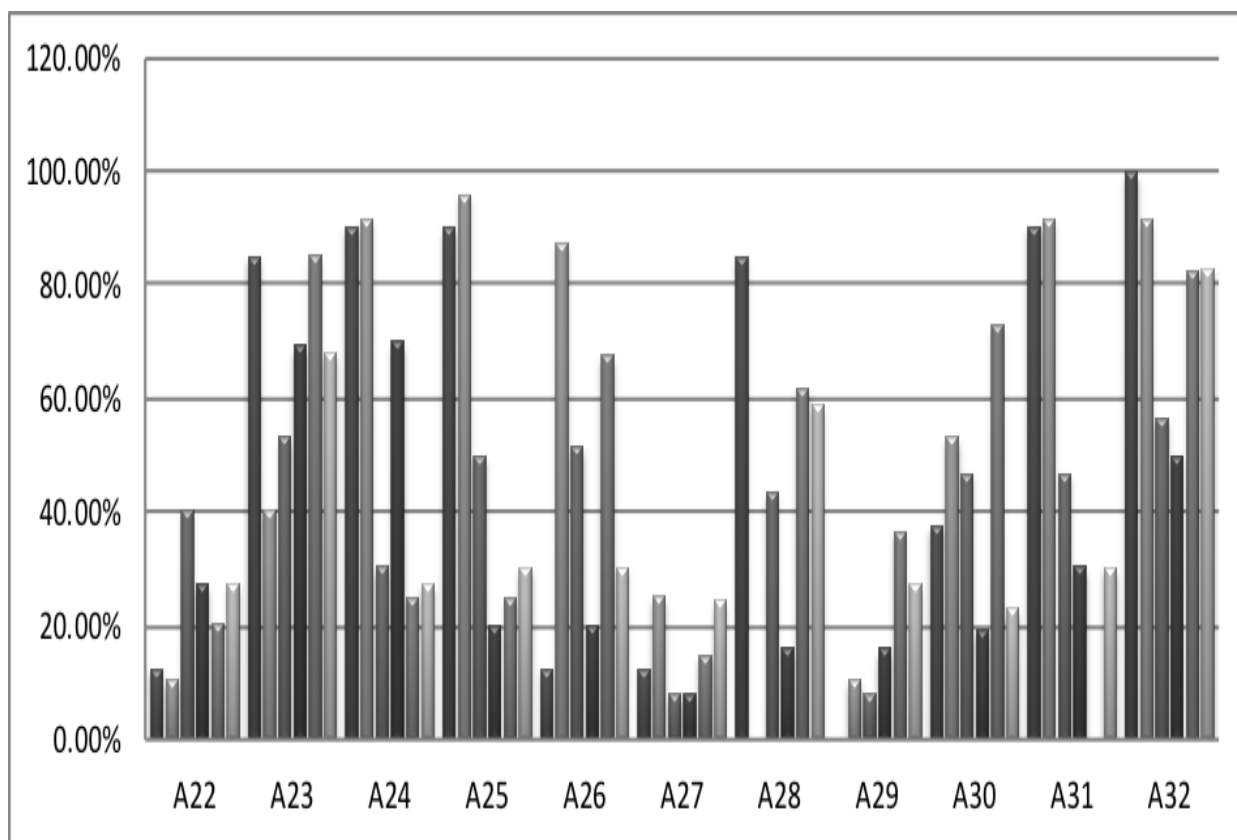
Analisando-se estes gráficos, percebe-se que poucos foram os alunos que obtiveram rendimento  $\geq 50\%$  em todos os mapas, isto é, somente três alunos: A1, A17 e A32. Já o número de alunos cujos rendimento foi  $\leq 50\%$  em todos os mapas é maior, ou seja, oito alunos: A3, A8, A10, A12, A19, A22, A27 e A29. Por outro lado, 12 alunos apresentaram rendimento  $\geq 20\%$  em todos os mapas: A1, A5, A13, A14, A15, A17, A20, A23, A24, A25, A30 e A32. Finalmente, quatro alunos (1/8 dos participantes) se destacaram, pois obtiveram rendimento  $\geq 80\%$  em pelo menos quatro mapas conceituais: A1, A16, A17 e A32.



**Gráfico 4.7** — Rendimento dos alunos A1 até A10 na elaboração dos mapas conceituais de 1 até 6.



**Gráfico 4.8** – Rendimento dos alunos A11 até A21 na elaboração dos mapas conceituais de 1 até 6.



**Gráfico 4.9** – Rendimento dos alunos A22 até A32 na elaboração dos mapas conceituais de 1 até 6.

## 4.2 – Análise dos problemas 1 a 6

Nesta seção será feita uma análise da resolução dos alunos para os seis problemas propostos. Analogamente ao que foi feito para os mapas conceituais, para cada um dos problemas, os rendimentos dos alunos serão apresentadas na forma de gráficos.

As resoluções devem seguir a sequência mostrada pelo mapa conceitual de referência de cada problema proposto. Será dada uma pontuação que demonstra a aproximação de resolução correta para o problema comparada à resolução de referência, que é mostrada pelos mapas conceituais de referência.

### 4.2.1 – Análise do problema 1

Dos 32 alunos participantes da pesquisa, 20 obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ , mas apenas 4 alunos obtiveram rendimento máximo.

A seguir, inicialmente será feita uma apresentação comparativa das resoluções dos alunos A1 e A12 (mostradas nas Figuras 4.18 e 4.19), sendo que o rendimento do aluno A1 foi 100% e o do A12 (que não obteve nota muito alta) foi 50%.

Exercício 1

1- a) Resposta: Um possível processo é o de filtração, que consiste em colocar a água com a areia em um filtro. No final, a areia ficará retida no filtro e a água sairá limpa.

b) Resposta: Água: massa 100g. Porcentagem 90,91.  
Areia: massa 10g. Porcentagem 9,09.

1 mL = 1g  
100 mL = 100g

$$\frac{110g - 100g}{100g} = x$$

$$x = \frac{100g \cdot 100\%}{110g}$$

$$x = \frac{10000}{110}$$

$$x = 90,91$$

$$\frac{110g - 100g}{10g} = x$$

$$x = \frac{10g \cdot 100\%}{110g}$$

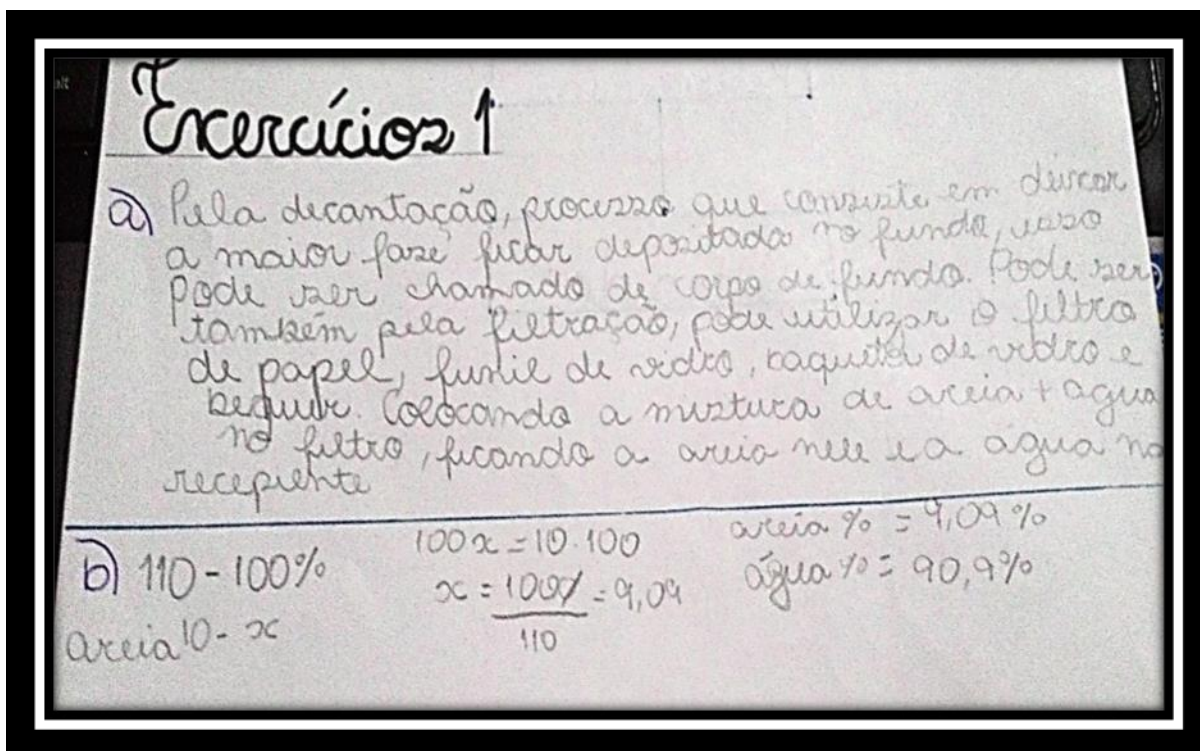
$$x = \frac{1000}{110}$$

$$x = 9,09$$

**Figura 4.18** – Resolução do problema 1 pelo aluno A1.

Conforme pode ser visto ao analisar a Figura 4.19, no item “a”, o aluno A12 não conseguiu resolver o problema de maneira direta, apesar de ter chegado a uma solução correta. Assim, como descrito pelo próprio aluno, primeiro foi feita uma decantação; percebendo que isso não levaria à separação total, como pedido no problema, o aluno partiu para outra resolução, utilizando aí sim a filtração. Já na resolução do item “b” do problema (Figuras 4.18 e 4.19), nenhum dos dois alunos teve dificuldade na resolução, o que justifica-se pelo fato de ser um item que exige apenas o cálculo pelo aluno, sendo que eram necessários apenas os valores obtidos no item “a” do mesmo problema e, nessas condições, os dois alunos chegaram ao mesmo resultado.

Quando a resolução de mais um problema é analisada (aluno A6, Figura 4.20), fica clara também a resolução correta e direta do problema por esse aluno no item “a”. O item “b”, a exemplo dos vistos anteriormente, está correto, pois necessitava-se apenas da resolução correta do item “a” para que os cálculos fossem resolvidos.



**Figura 4.19** – Resolução do problema 1 pelo aluno A12.



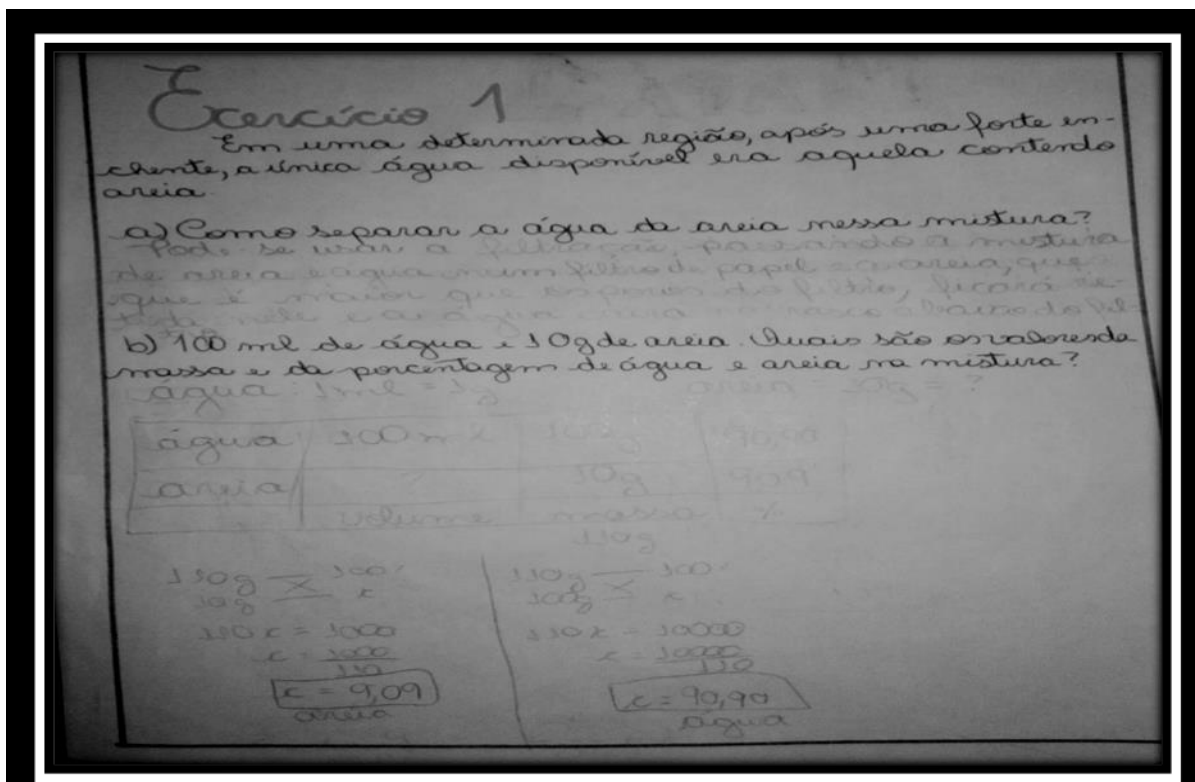
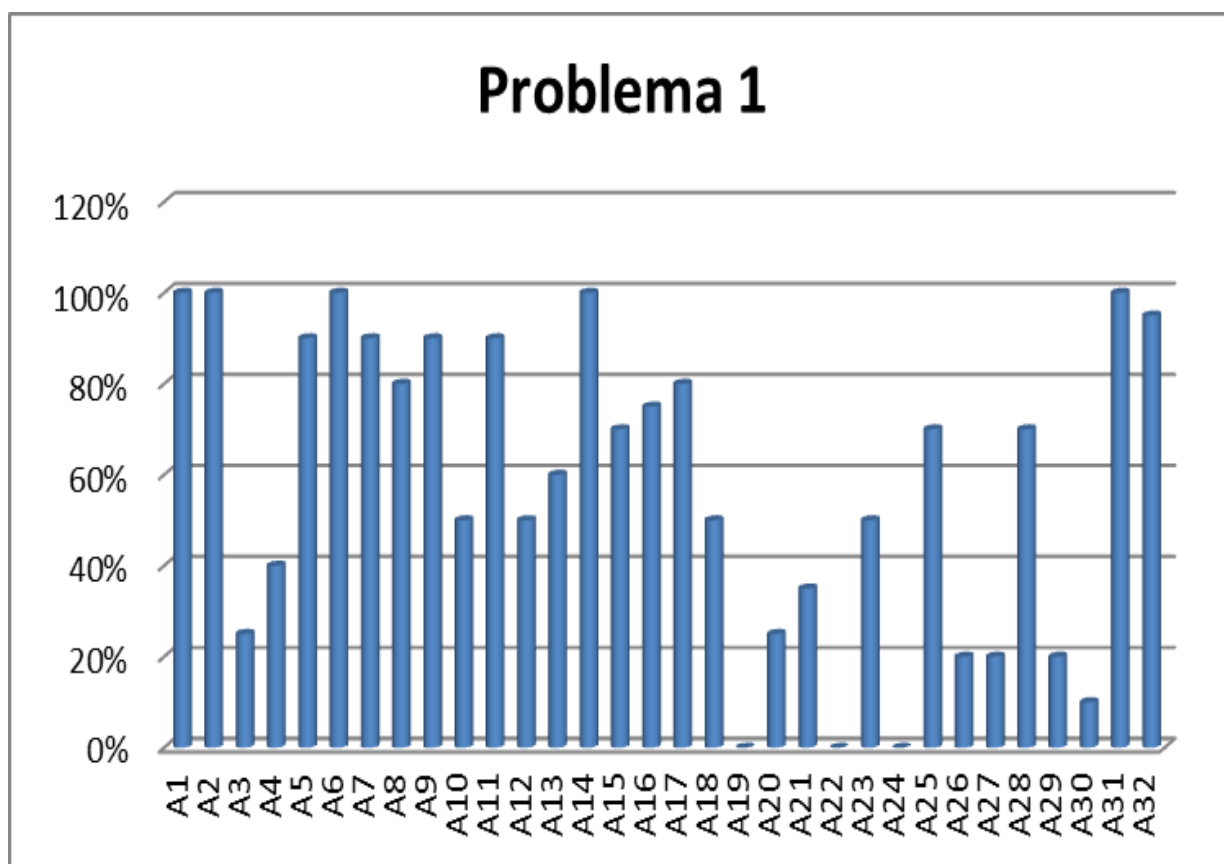


Figura 4.20 – Resolução do problema 1 pelo aluno A6.

Como mostrado nos três exemplos aqui expostos, os alunos tiveram maior dificuldade para realizar a prática, isto é, resolução do item “a”, do que para realizar os cálculos, resolução do item “b” do problema.

No Gráfico 4.10 é mostrado o rendimento de todos os alunos em relação ao problema 1. Desse gráfico pode-se perceber que houve um bom desempenho dos alunos na resolução deste problema, pois 20 alunos (de um total de 32) obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ .



**Gráfico 4.10** – Rendimento dos alunos na resolução do problema 1.

#### 4.2.2 - Análise do problema 2

Da análise das resoluções do problema 2 apresentadas pelos 32 alunos participantes da pesquisa, conclui-se que, similarmente ao caso do problema 1, 20 deles obtiveram rendimento  $\geq 50\%$  (Gráfico 4.11). Isso indica que, no geral, houve uma boa estruturação cognitiva em relação aos conceitos aplicados. Comparando-se os Gráficos 4.11 e 4.10, pode-se perceber que há uma correlação entre os rendimentos apresentadas pelos alunos nos problemas 1 e 2. A resolução do problema 2 apresentada pelo aluno A1, cujo rendimento foi 80% (decorrente de imprecisão na resolução do item a), é mostrada na Figura 4.21.

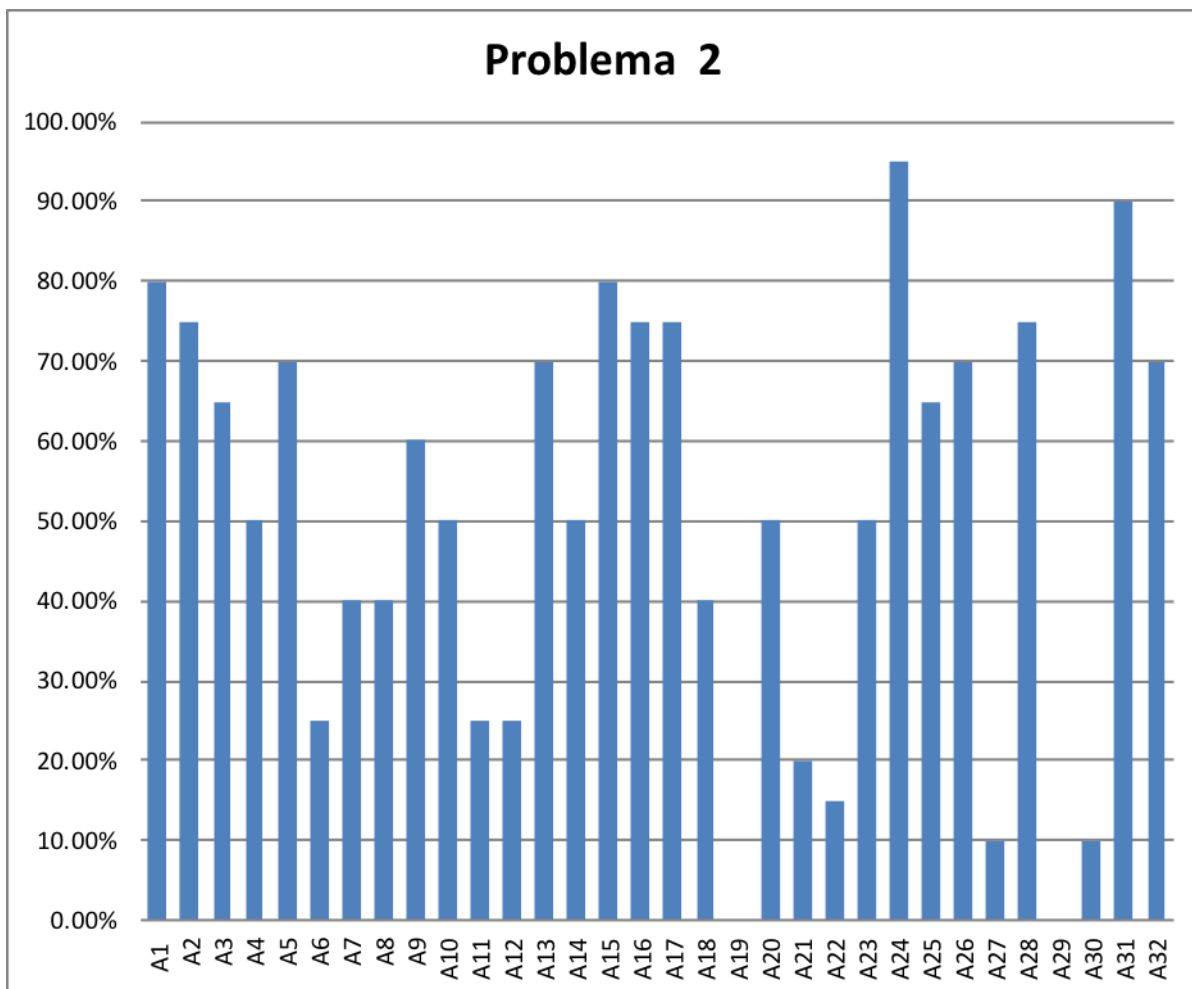


Gráfico 4.11 – Rendimento dos alunos na resolução do problema 2.

Exercícios 2

a) Resposta: Esquentando ainda mais esta mistura, acelerando assim a evaporação da água. O que poderia ser feita é uma destilação simples onde se aqueceria a mistura, e a água evaporaria primeiro, já que sua temperatura de ebulição é menor que a do sal, assim sobriaria somente o sal.

b) Resposta: massa do sal: 25g. Percentagem: 20%.

125g - 100%
25g - x
$x = \frac{25g \cdot 100\%}{125g}$
$x = 20\%$

100 ml - 100g
100g - água
25g - sal
125g - total massa

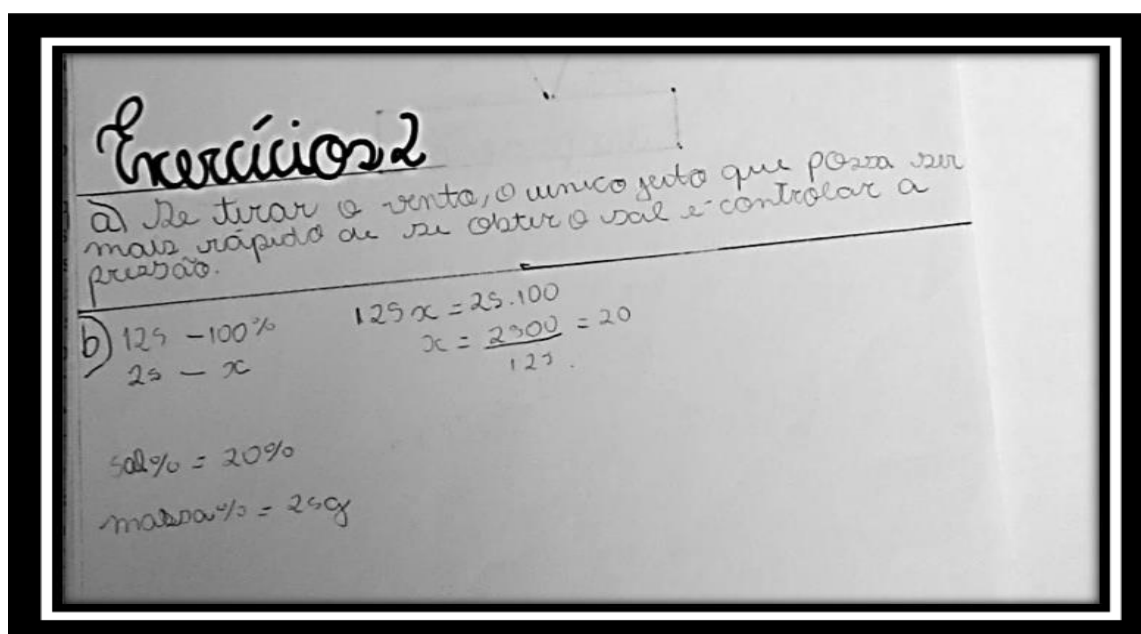
Figura 4.21 – Resolução do problema 2 pelo aluno A1.

Podemos observar que quando um aluno não consegue propor um método para a resolução do problema, como acontece com o aluno A12, é porque ele não tem uma boa estruturação cognitiva dos conceitos envolvidos, o que impossibilita a resolução correta do problema.

Para MOREIRA (2013), é normal que os conhecimentos prévios dos alunos sejam diferentes, ou até mesmo que alguns alunos não tenham os conhecimentos prévios necessários para conseguir armazenar novas informações:

*“A ocorrência da aprendizagem significativa não é abrupta; a captação e internalização de significados é progressiva, dependendo de “negociação” de significados. É normal que os conhecimentos prévios do aluno sejam diferentes, e até mesmo antagônicos, em relação aos significados aceitos no contexto da matéria de ensino. Daí a necessidade de “negociar” significados. O aluno não troca seus significados simplesmente porque lhe são apresentados significados “corretos”. Essa troca, quando ocorre, é progressiva.” (MOREIRA, 2013, p. 11)*

O resultado do exposto é o desenvolvimento de uma desestruturação cognitiva do aluno, o que o impede de ter a aprendizagem consumada. Isso se reflete na resolução do problema 2 apresentada pelo aluno A12 (Figura 4.22).



**Figura 4.22** – Resolução do problema 2 pelo aluno A12.

A pergunta que deve ser feita no caso do exemplo dado, mas que também ocorreu em relação a outros alunos durante a pesquisa, é o que fazer quando o aluno não tem os conhecimentos prévios (subsunçores) para dar significado a novos conhecimentos? Para AUSUBEL et al. (1980), a função do organizador prévio é de servir como elo entre o que o aluno trás consigo e o que ainda precisa saber para ter uma aprendizagem significativa de um determinado conhecimento específico. Durante a resolução do problema 2, alguns alunos acabaram confundindo o conceito “evaporação” com “destilação”. Claro que os dois processos podem separar água do sal, porém o conceito fornecido foi o de evaporação, e os alunos deveriam perceber pelo enunciado do problema fornecido que deveriam se utilizar da evaporação. Essa troca no processo de separação se deu provavelmente porque os alunos se interessam mais durante os estudos por processos em que se utilizam equipamentos e acabam se esquecendo de processos mais simples, como é o caso da evaporação. Quando questionado após a apresentação final do mapa conceitual, o aluno A2 deu uma explicação sobre o porquê da utilização de um processo mais complicado como a destilação enquanto poderia ter utilizado de forma simples a evaporação:

*“É que para mim, como é um processo químico, imaginei que o ideal seria o mais complexo.”*

Essa colocação do aluno mostra o quanto a Química ainda é apresentada como uma ciência de difícil compreensão e que está longe do dia a dia dos estudantes. Muitas vezes isso dificulta a aprendizagem, pois o aluno não consegue fazer a ligação daquilo que já sabe (subsunçores) e o novo. O exercício resolvido pelo aluno A2 (Figura 4.23) mostra exatamente essa colocação do aluno.

## Exercício 2

O sal de cozinha tem origem nas salinas, que são tanques largos e rasos que armazenam água do mar em locais expostos à muito sol e vento. Estas condições propiciam a evaporação mais rápida de água, resultando daí, o sal sólido depositado no fundo do tanque.

a) Sem considerar a ação do vento como obter mais rapidamente o sal sólido?

Podem-se usar a destilação simples. Aquece-se a mistura no balão de destilação (rapor), depois ao passar pelo condensador volta ao estado líquido (puro, só a água) e ele cai no erlenmeyer. O sal fica sólido no balão de destilação.

b) Em uma mistura com 100 ml de água e 25 g de sal, qual é a massa e a percentagem de água e sal na mistura?

	peso	volume	%
água	100g	100ml	70
sal	25g	?	20

$\begin{array}{r} 125g \\ -100 \\ \hline 25 \end{array}$

$\begin{array}{r} 125 \\ -100 \\ \hline 25 \end{array}$

$125x = 10000$   
 $x = \frac{10000}{125}$   
 $x = 80$

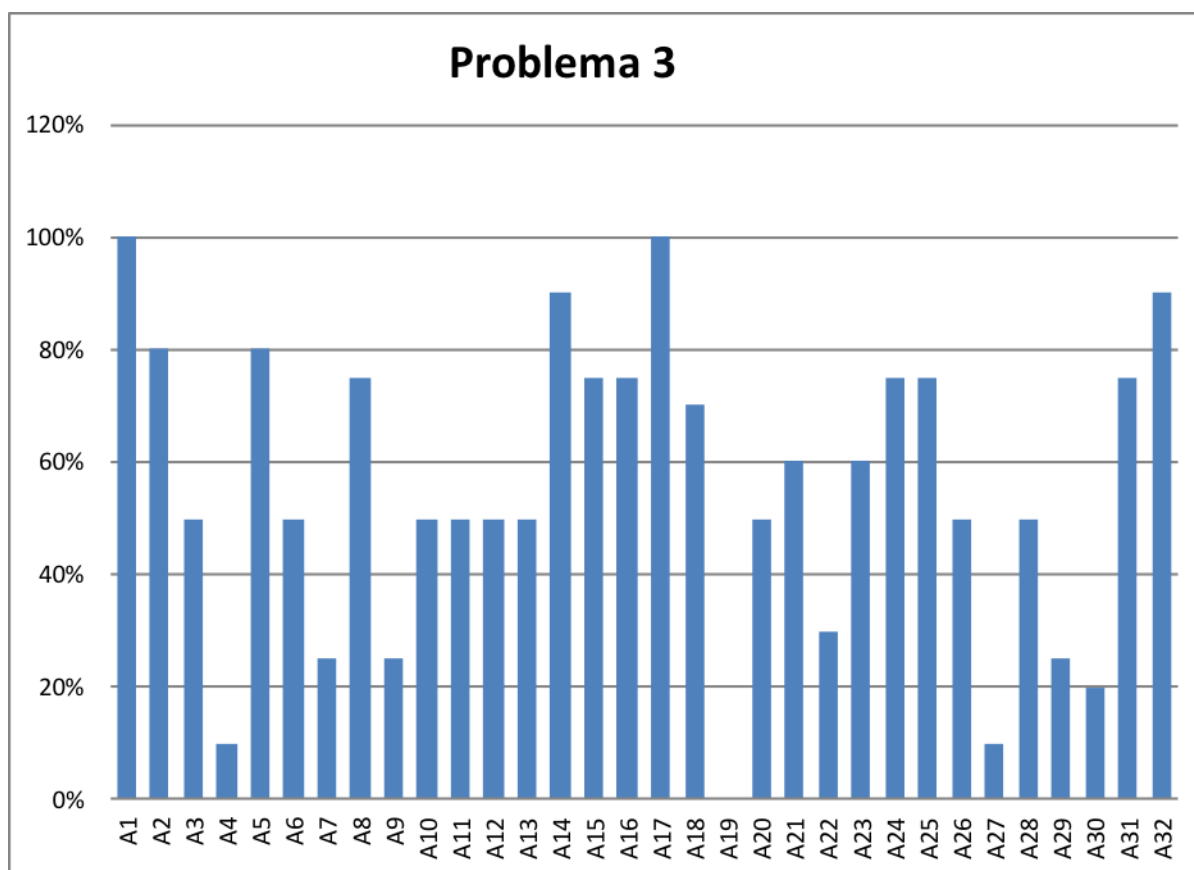
$\begin{array}{r} 125 \\ -25 \\ \hline 100 \end{array}$

$125x = 2500$   
 $x = \frac{2500}{125}$   
 $x = 20$  sal

Figura 4.23 – Resolução do problema 2 pelo aluno A2.

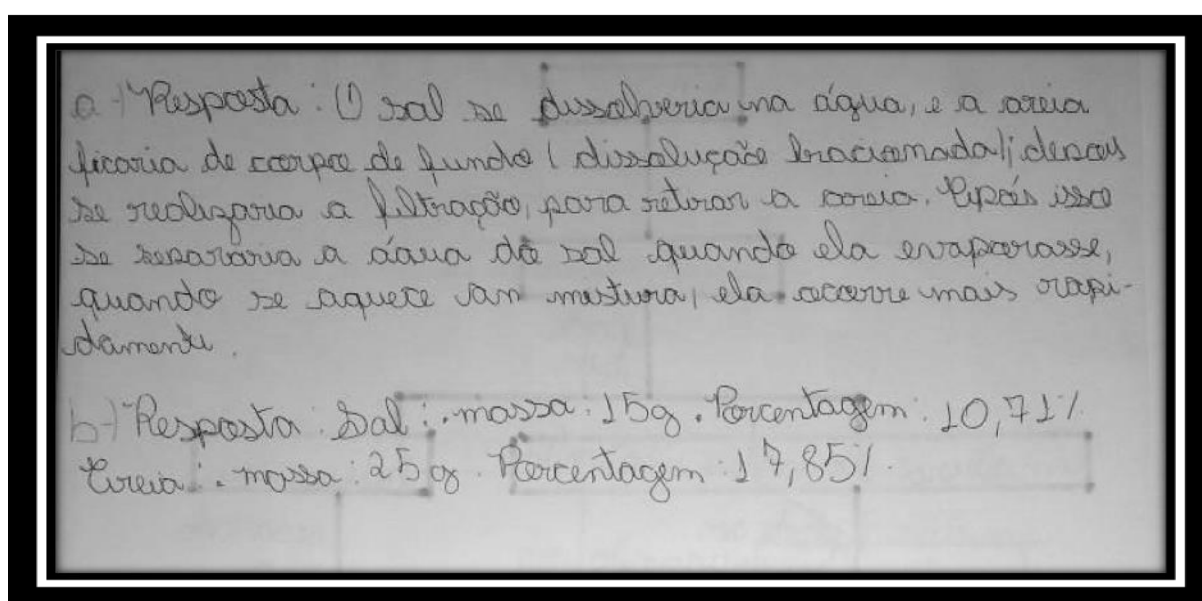
### 4.2.3 - Análise do problema 3

No caso do problema 3, 24 alunos obtiveram rendimento  $\geq 50\%$  (Gráfico 4.12). Com esse resultado, pode-se concluir que os alunos apresentaram um bom rendimento na resolução deste exercício, apesar de no mapa conceitual correspondente não terem tido o mesmo rendimento. Isso mostra que, no geral, houve uma boa estruturação cognitiva em relação aos conceitos aplicados.



**Gráfico 4.12** – Rendimento dos alunos na resolução do problema 3.

A resolução correta do problema 3 apresentada pelo aluno A1 pode ser vista na Figura 4.24.

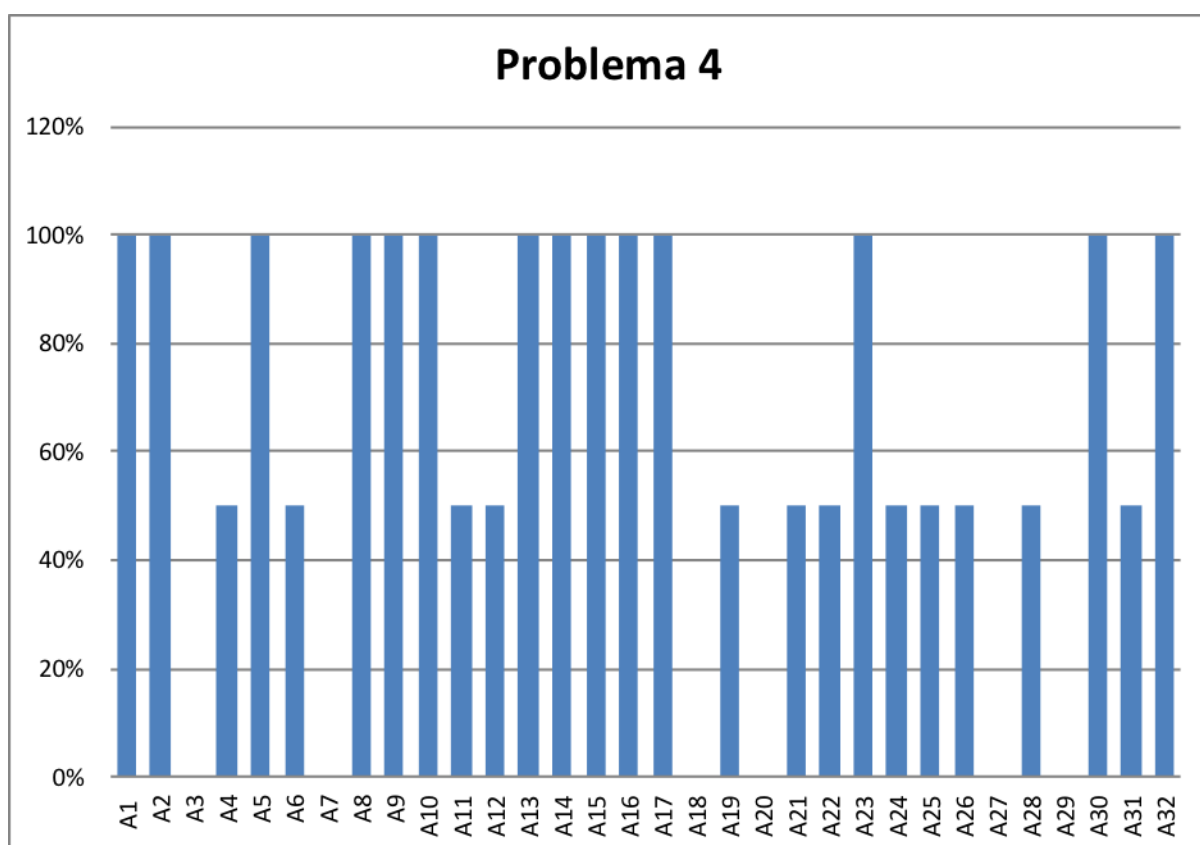


**Figura 4.24** – Resolução do problema 3 pelo aluno A1.

#### 4.2.4 - Análise do problema 4

Ao se analisar os rendimentos dos alunos na resolução do problema 4 (Gráfico 4.13), concluiu-se que 26 deles (81%) obtiveram valores  $\geq 50\%$ . Por outro lado, 14 desses 26 alunos obtiveram rendimento máximo, isto é, 100% do problema resolvido corretamente. Esses dados mostram que houve grande assimilação dos conceitos envolvidos na resolução do problema proposto, o que possibilitou um alto rendimento dos alunos participantes nesta resolução.

Na Figura 4.25, é mostrada a resolução corretas do problema 4 apresentada pelo aluno A1. Da análise dessa resolução do problema apresentada pelo aluno A1, pode-se concluir que ocorreu uma boa assimilação do conteúdo por este aluno; na realidade isso ocorreu com 44% dos alunos, os que obtiveram rendimento máximo neste problema. Cabe destacar que o aluno A10 buscou outra forma de cálculo para resolver o mesmo problema, como mostrado na Figura 4.26.



**Gráfico 4.13** – Rendimento dos alunos na resolução do problema 4.



Exercício 4

Resposta: A solubilidade do sulfato de cobre em água é  $22,3\text{g}/100\text{mL}$ , e se convertemos para litro será  $223\text{g/L}$

$$\begin{array}{r} 22,3\text{g} - 100\text{mL} \\ x - 1000\text{mL} \end{array}$$

$$x = \frac{22,3\text{g} \cdot 1000\text{mL}}{100\text{mL}}$$

$$x = 223\text{g}$$

Figura 4.25 – Resolução do problema 4 pelo aluno A1.

EXERCÍCIO 4

Qual é a solubilidade do sulfato de cobre em g por litro?

$$\begin{array}{r} 22,3\text{g}/100\text{mL} \\ \times 10 \\ \hline 2230\text{mL} = 2,2\text{L} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22,3 \\ \times 10 \\ \hline 223 \end{array}$$

$223\text{g/L}$

Figura 4.26 – Resolução do problema 4 pelo aluno A10.

Dos resultados obtidos pelos alunos na resolução do problema 4 (Gráfico 4.13), conclui-se que ocorreu um alto rendimento dos alunos em relação ao mapa conceitual, analisado anteriormente. Pode-se dizer que o problema 4 é

relativamente simples de ser resolvido; desde que o aluno entenda o conceito de solubilidade, ele consegue resolver experimentalmente o problema, já que para descobrir a solubilidade de um sal em água, basta adicionar o sal até que ele não se dissolva mais.

Em relação aos alunos que não obtiveram bons resultados, 6 deles (19%) erraram completamente a resolução do problema ou não o resolveram, não obtendo nenhum rendimento. Cabe aqui destacar que o foco da pesquisa presente não é entender qual foi o motivo que levou os alunos a deixar de resolver o problema proposto e sim analisar essa resolução e o quanto cada aluno foi influenciado, na resolução dos problemas, pelos mapas conceituais.

A resolução do problema apresentada pelo aluno A17 (Figura 4.27) exemplifica um erro menor que ocorreu com certa frequência durante a resolução do problema 4. No exercício pede-se a solubilidade do sulfato de cobre em gramas por litro (g/L) e o aluno deu sua resposta em gramas por 100 mililitros (g/ 100 mL). O fato relevante na resolução desse exercício, e que explica o bom rendimento geral dos alunos na sua resolução, foi o entendimento dos conceitos fornecidos e a utilização correta dos mesmos.

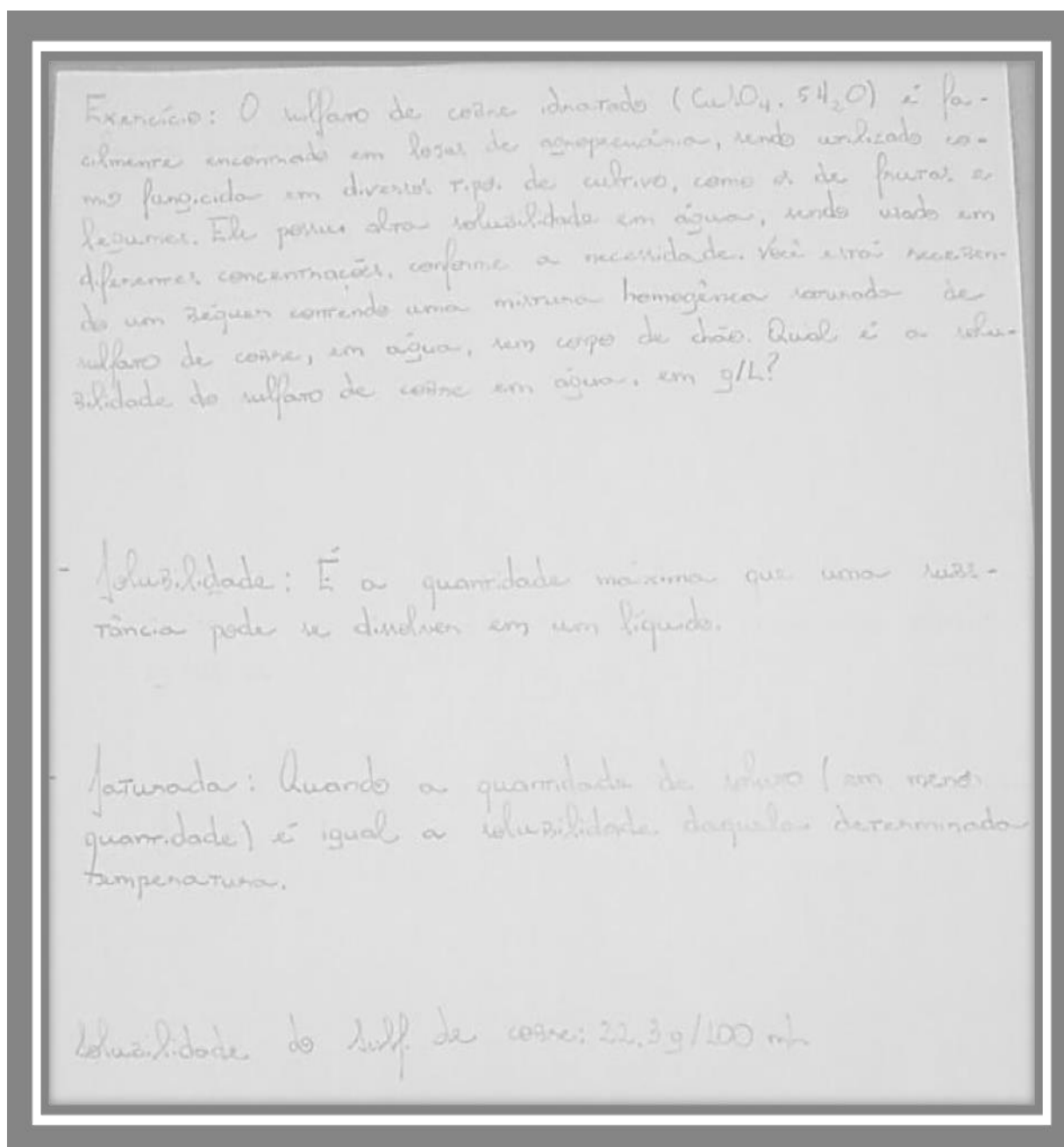
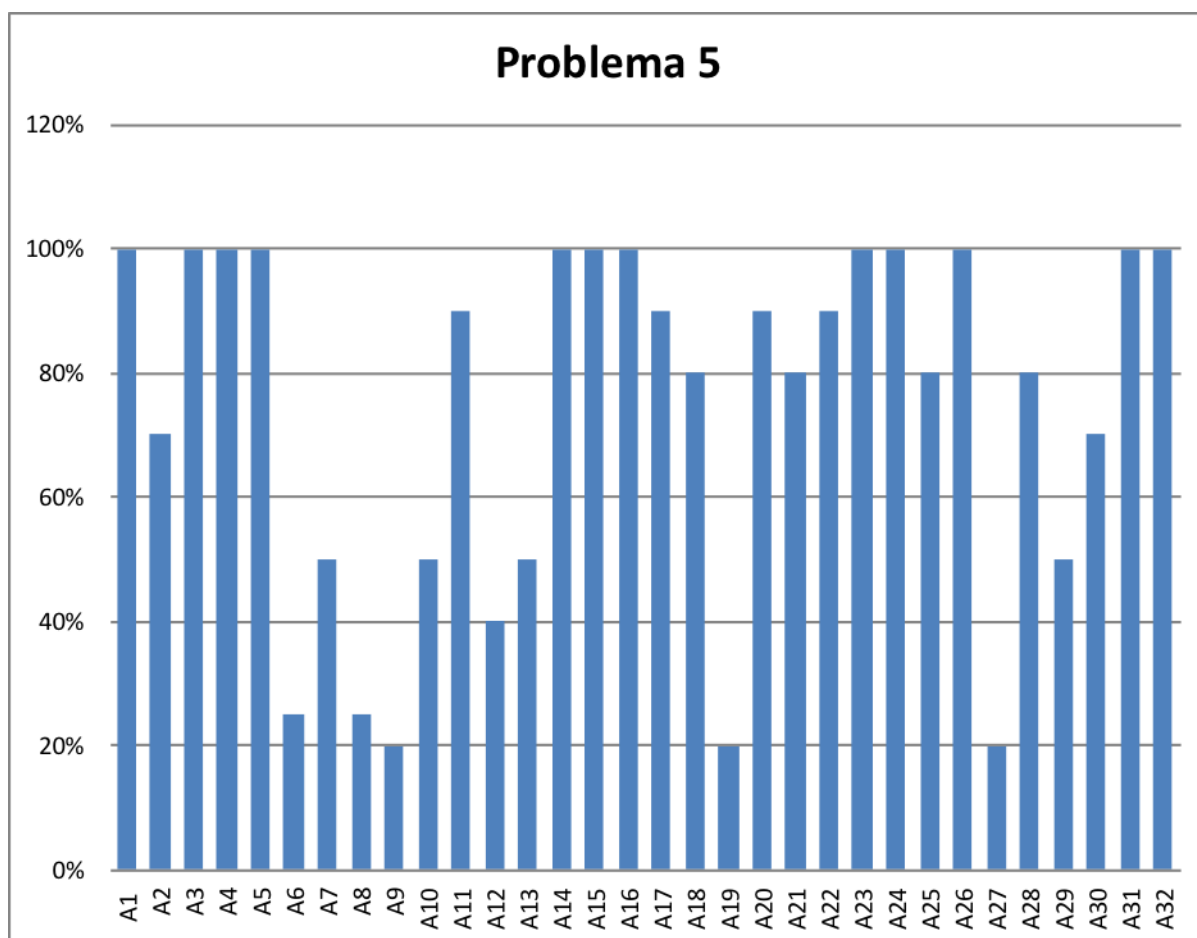


Figura 4.27 – Resolução do problema 4 pelo aluno A17.

#### 4.2.5 - Análise do problema 5

Em relação ao rendimento dos alunos no problema 5 (Gráfico 4.14), pode-se perceber um ótimo desempenho na resolução do exercício. Fica nítido, nesta etapa da pesquisa, que o maior tempo de contato dos alunos com o material preparado para uma aprendizagem significativa, além da familiarização já

consolidada com os mapas conceituais, refletiu diretamente no resultado da resolução do problema.



**Gráfico 4.14** – Rendimento dos alunos na resolução do problema 5.

O índice de acerto nos exercícios envolvendo o problema 5 foi muito bom, sendo que 27 alunos obtiveram rendimento  $\geq 50\%$  e, além disso, 20 deles (mais de 60% dos alunos) obtiveram rendimento  $\geq 80\%$ . A média do rendimento foi superior a 74%. Esses dados refletem uma boa estruturação cognitiva dos alunos. A Figura 4.28, mostra a resolução do problema 5 apresentada pelo aluno A17, o qual obteve 90% de rendimento na resolução do exercício.

A resolução do problema 5 apresentada pelo aluno A5 (Figura 4.29) mostra uma resolução feita de forma simplificada do que foi pedido no problema, porém de maneira correta. No problema, pede-se que o aluno descubra a massa total de sal e a sua porcentagem na mistura. Boa parte dos alunos utilizou os procedimentos corretos e demonstrou bom conhecimento sobre os conceitos

necessários para a realização experimental e sequente resolução do problema. Contudo, como não foi solicitado, não descreveram o processo e apenas realizaram os cálculos necessários para responder ao questionamento. No enunciado do problema, não foi explicitado se a porcentagem do sal em relação à solução deveria ser expressa em relação ao volume total ou em relação à massa total da solução e, portanto, foram consideradas as respostas das duas formas.

Exercício: Azeitonas são conservadas em salmoura, que é uma solução saturada de sal de cozinha ( $\text{NaCl}$ ) em água. Uma cozinheira, desejando aproveitar o sal da salmoura, retirou-a do vidro e a colocou em outro recipiente. Nesse, acidentalmente, deixou cair um pouco do mesmo sal que aí ficou como corpo de fundo. Para simular esta situação, você está recebendo um bequer contendo uma solução saturada de  $\text{NaCl}$  em água, em contato com corpo de fundo. Qual é a massa total do sal e a sua porcentagem na mistura?

100 mL / 36g de sal  
1000 mL / 360g de sal

- Massa do sal: 46 g de sal. Para desconhecendo a quantidade de sal em laboratório, devemos fazer a filtração, tirando o corpo de fundo, e depois, fazer a dissolução fracionada, separando o sal da água, e obtendo os dois valores, sendo o sal 46 g e a água 100 mL

- Porcentagem:

$$\begin{array}{r} 100 + 46 = 146 \quad - \quad 100\% \\ 46 \quad - \quad x \end{array} \qquad \begin{array}{r} 146x = 4600 \\ x = \frac{4600}{146} \\ x = 31,5 \end{array}$$

Figura 4.28 – Resolução do problema 5 pelo aluno A17.

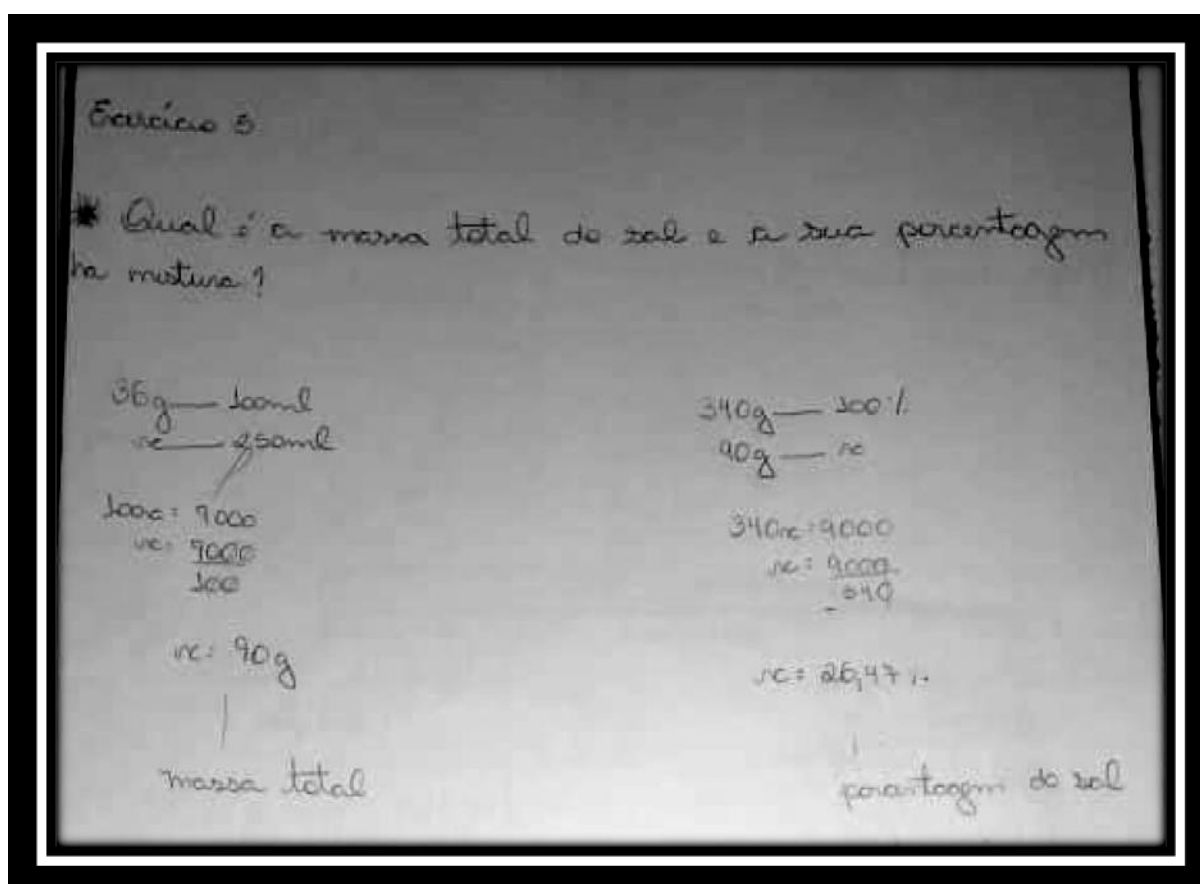
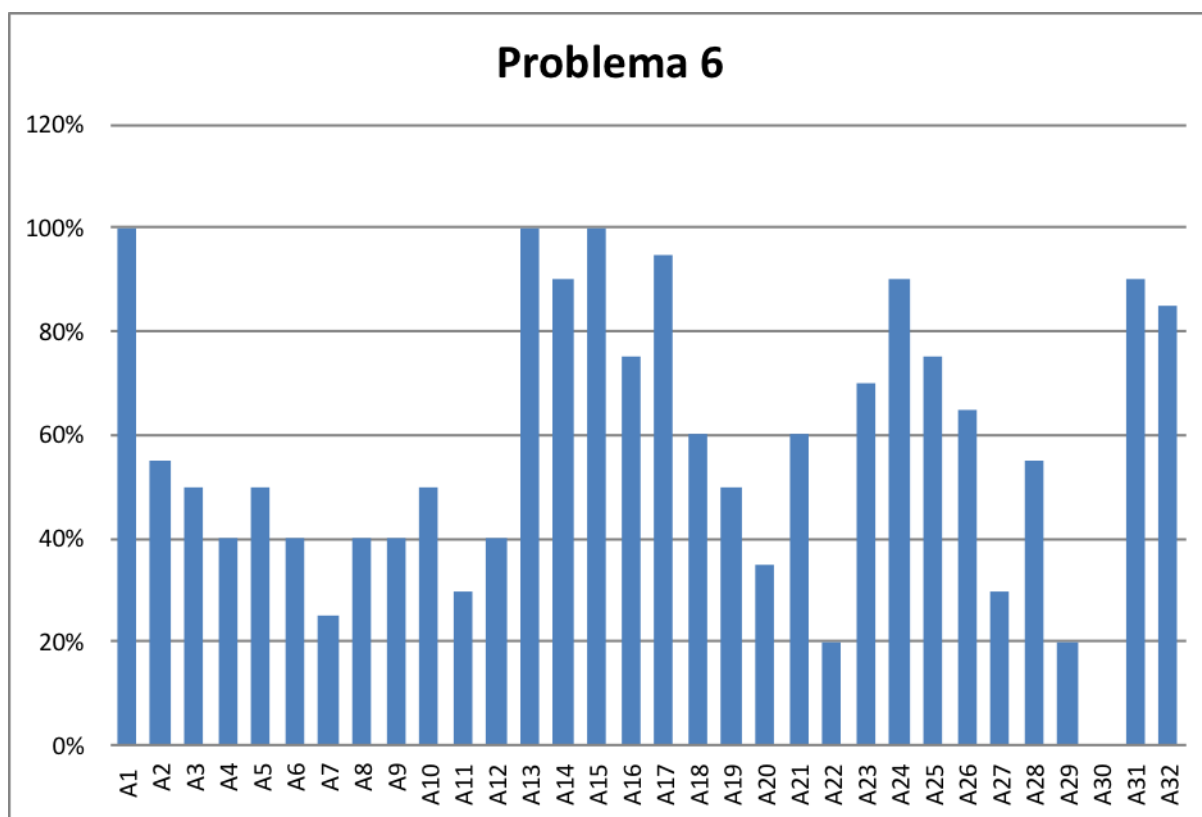


Figura 4.29 – Resolução do problema 5 pelo aluno A5.

#### 4.2.6 - Análise do problema 6

Da análise dos rendimentos dos alunos na resolução do problema 6 (Gráfico 4.15), vê-se que 19 alunos obtiveram rendimento  $\geq 50\%$ , sendo que 8 deles (25% do total) obtiveram rendimento  $> 80\%$ . Aqui cabe ressaltar que o problema 6 é aquele que apresenta o maior número de conceitos e, assim, a maior dificuldade para resolução. Contudo, a resolução do problema, apesar de mais complexa, requeria operações que os alunos já haviam praticado nos problemas anteriores. Portanto, pode-se concluir que, mesmo com a maior dificuldade, os alunos obtiveram bons resultados. Isso mostra que, no geral, houve uma boa estruturação cognitiva dos conceitos durante a pesquisa, já que o problema 6 traz um resumo de todos os problemas e conceitos usados antes pelos alunos e aplicados de uma vez só em um único problema.



**Gráfico 4.15** – Rendimento dos alunos na resolução do problema 6.

Esse resultado obtido pelos alunos é indicativo da importância de se ter conceitos organizados de forma correta no cognitivo. O problema traz de forma misturada, desorganizada, todos os conceitos e processos já vistos anteriormente pelos alunos. Mas, certamente a utilização do que já havia sido feito antes pelos alunos separadamente facilitou de forma significativa a realização e a resolução deste problema mais complexo.

A maior dificuldade do problema também fez com que alguns alunos não conseguissem organizar uma resolução adequada para o exercício. Como um exemplo, disso, na Figura 4.30 é mostrada a resolução do exercício apresentada pelo aluno A19, que só obteve uma resolução parcial do exercício, devido a alguma dificuldade encontrada. Não se pode afirmar qual foi essa dificuldade encontrada pelo aluno, pois para isso seria necessário outro tipo de análise, que não é o foco desta pesquisa.

Um exemplo de resolução correta do exercício, tanto no método proposto para a separação da mistura em questão quanto nos cálculos necessários para a resolução final do problema, está representado na Figura 4.31 (resolução do problema 6 apresentada pelo aluno A1). Uma observação interessante que consta

na resolução do problema por este aluno é o trecho da resposta onde ele menciona uma maneira de agilizar o processo de evaporação (realização de destilação simples), situação proposta no problema 2. Esse fato indica, mais uma vez, que conceitos previamente organizados pelos alunos facilitam a resolução de problemas.

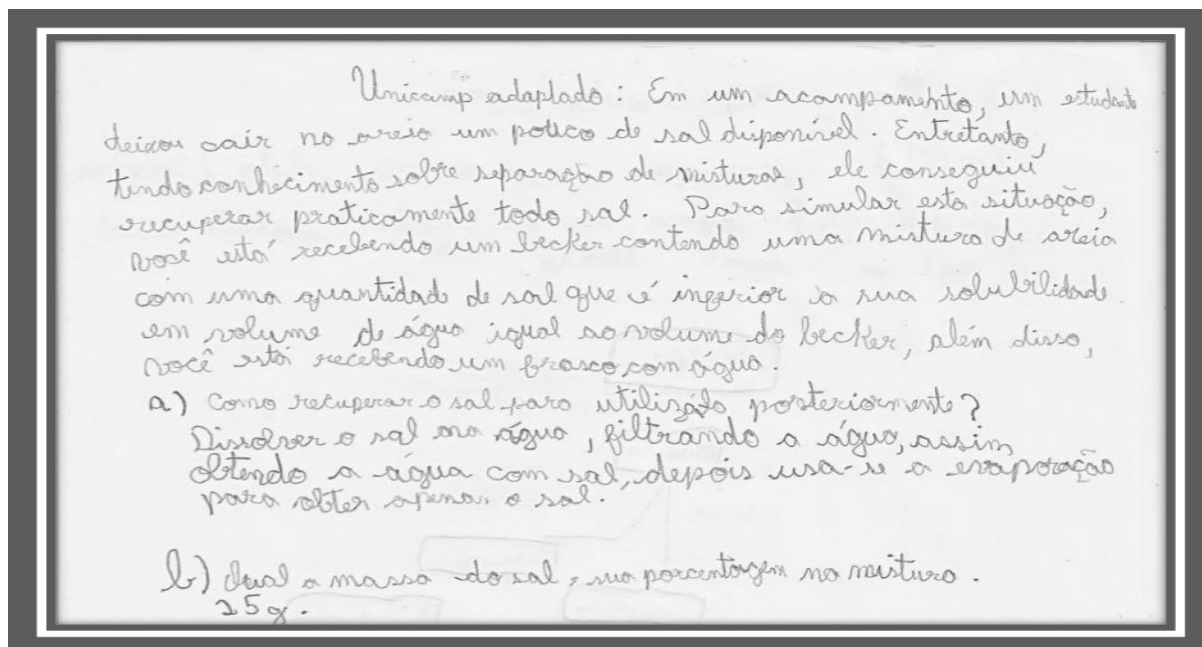


Figura 4.30 – Resolução do problema 6 pelo aluno A19.

Exercício 6

a) Resposta: Primeiro se colocaria água nesta mistura (realizando a dissolução fracionada), assim o sal se dissolveria na água e a areia ficaria de corpo de fundo. Depois isso, se colocaria a mistura em um filtro (realizando a filtração) a areia ficaria retida no filtro, assim depois com a evaporação da água sobraría somente o sal. Uma maneira de agilizar a evaporação da água é aquecer a mistura (destilação simples).

b) Resposta: A massa do sal é 18g e sua porcentagem é 11,39%.

100 mL - 100g	
100g - água	158g - 100%
40g - areia	18g - x
18g - sal	
158g - massa total	

$$\frac{18g \cdot 100}{158g}$$

$$x = 11,39\%$$

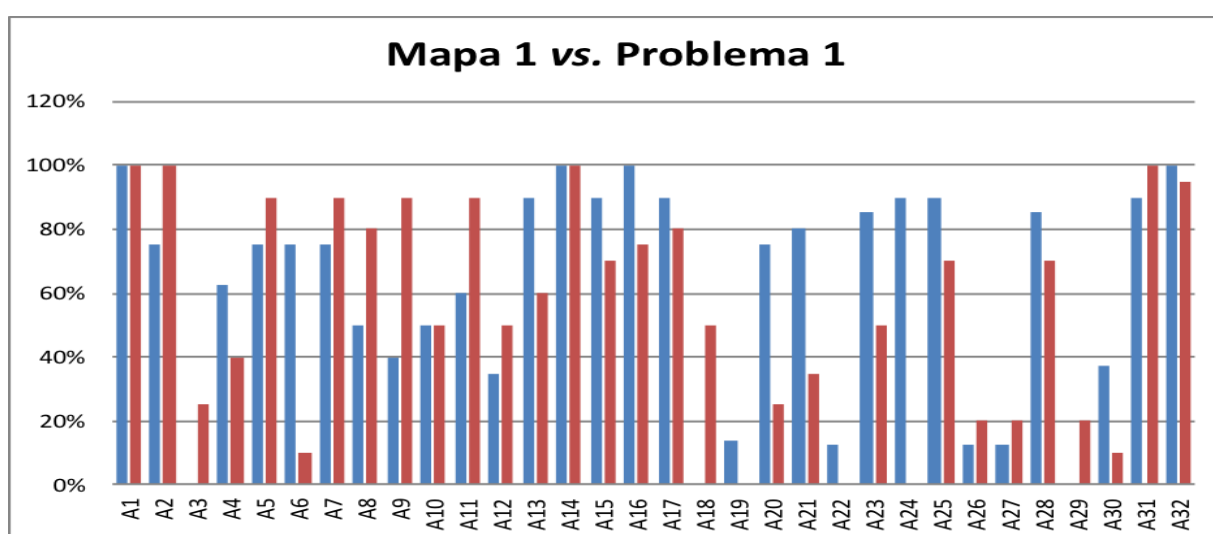
Figura 4.31 – Resolução do problema 6 pelo aluno A1.



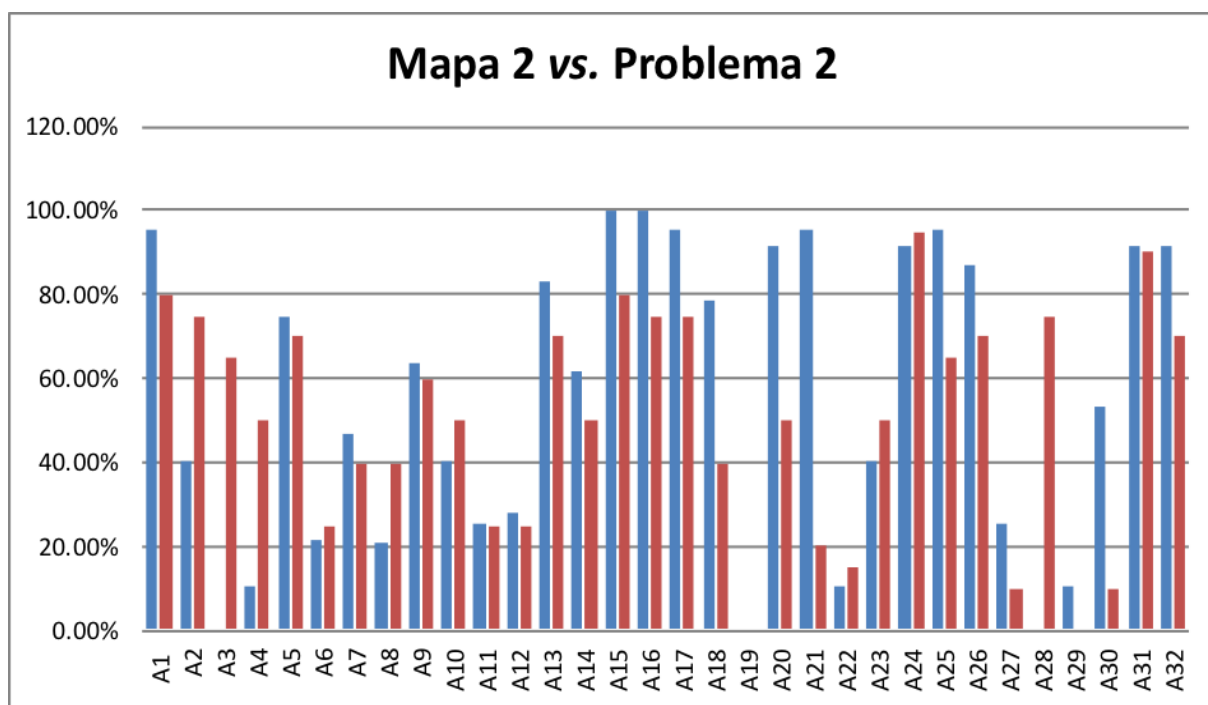
### 4.3 – Comparação entre mapas conceituais e resoluções dos problemas propostos

A análise dos mapas conceituais determinou as informações referentes ao mapeamento da estrutura cognitiva; assim, tendo por base o referencial teórico, é possível entender como o aprendiz tem os conceitos estruturados em seu cognitivo. Já as resoluções dos problemas propostos constituem outra forma de análise. Os problemas permitem entender como o aluno busca as informações que ele tem armazenada e as utiliza para resolver um problema, ou seja, podemos avaliar como o aluno recuperou e processou as informações a fim de resolver o problema a ele proposto. Sendo assim, agora podemos considerar os mapas conceituais e a resolução dos problemas em conjunto para verificar se houve ou não influência dos mapas conceituais sobre a resolução dos problemas.

No caso dos mapas conceituais 1 e 2 existe uma proximidade entre os resultados obtidos nos mapas e a resolução dos problemas; isso significa que existe uma correlação entre mapa conceitual e resolução do problema. Os Gráficos 4.16 e 4.17 mostram, lado a lado, os rendimentos obtidos pelos alunos na resolução dos mapas conceituais e dos problemas 1 e 2, respectivamente. Isso permite visualizar se houve influência da elaboração do mapa conceitual na resolução do respectivo problema. Do gráfico, pode-se ver que a maior parte dos alunos obtiveram rendimentos próximos nas duas atividades.

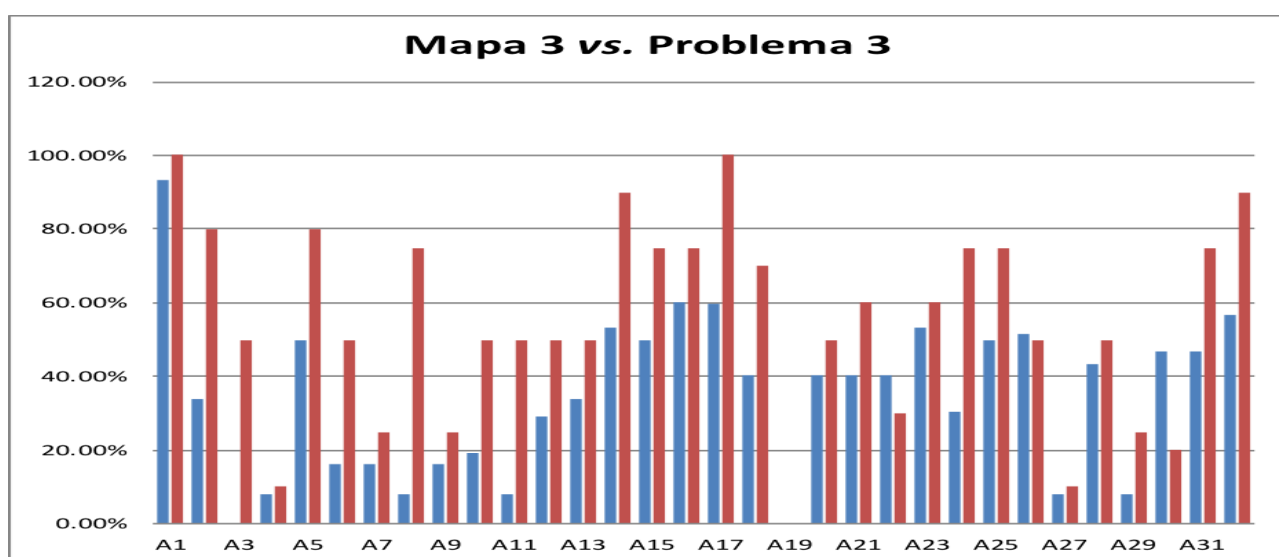


**Gráfico 4.16** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 1 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 1.



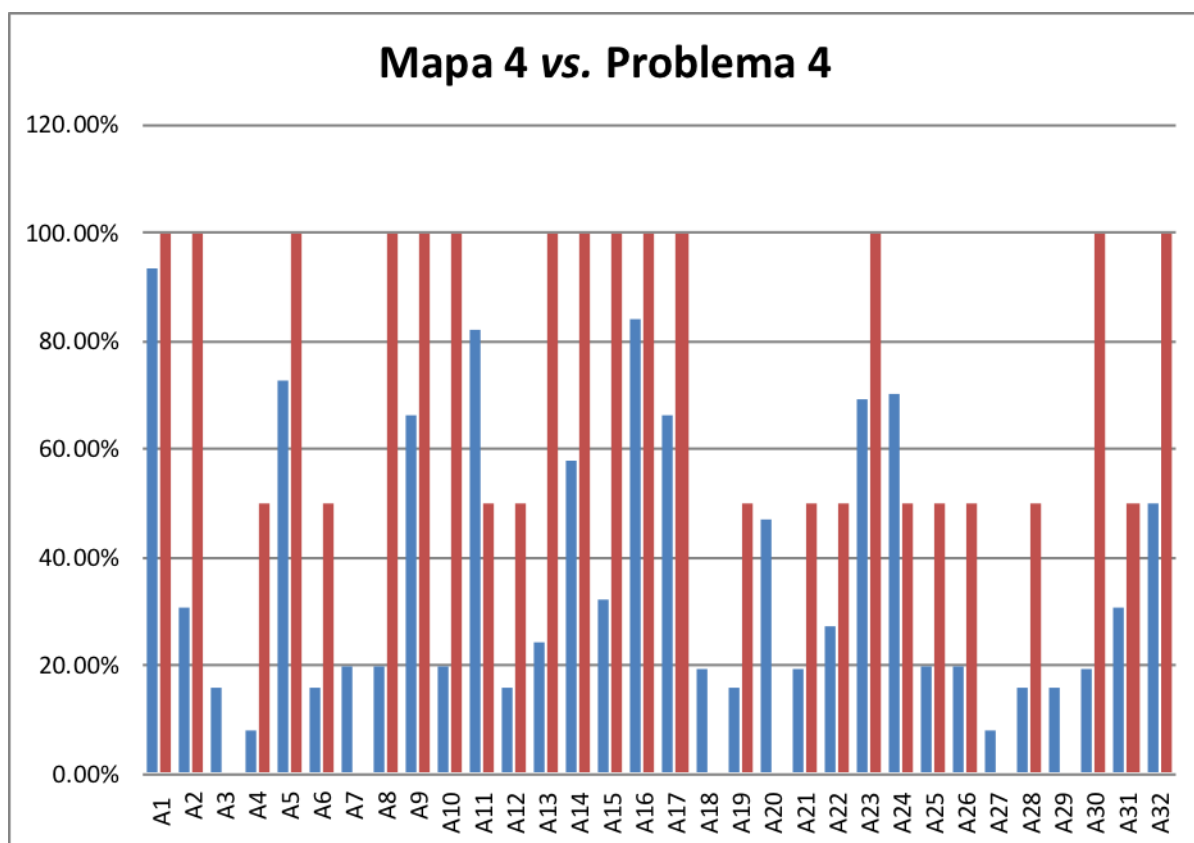
**Gráfico 4.17** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 2 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 2.

No caso dos mapas conceituais 3, 4, 5 e 6 (Gráficos 4.18 a 4.21), ocorreu um afastamento entre os rendimentos obtidos na elaboração dos mapas conceituais e aqueles obtidos na resolução do problema. Esse afastamento, que pode representar uma pontuação muito maior dos mapas, ou o inverso, indica que a correlação entre a elaboração do mapa conceitual e a resolução de problema é fraca.



**Gráfico 4.18** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 3 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 3.

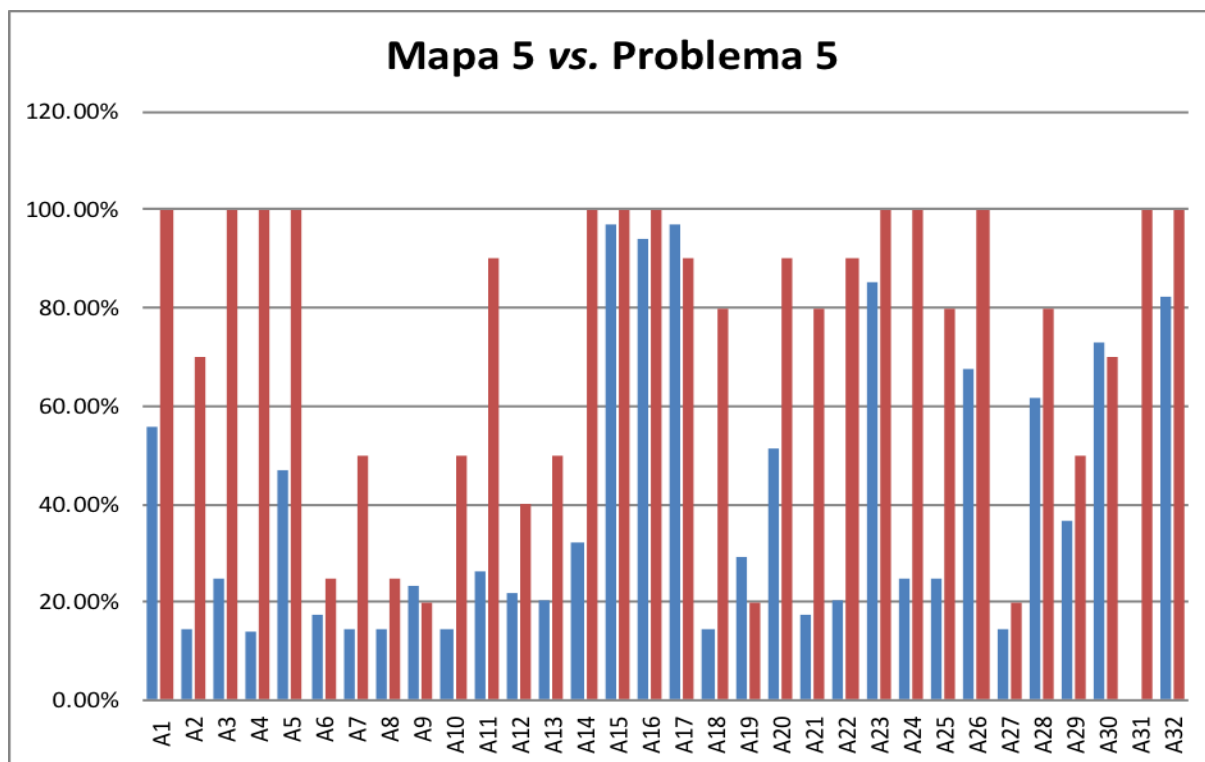
Apesar do problema 4 ser relativamente de fácil resolução, como já explicitado anteriormente, o mapa conceitual nesse caso é mais complexo, devido à relação hierárquica, à diferenciação progressiva entre os conceitos fornecidos e, até mesmo, às preposições formadas. Conforme pode ser visto no Gráfico 4.19, neste caso ocorreu um melhor rendimento dos alunos na resolução do problema comparativamente à elaboração do mapa conceitual.



**Gráfico 4.19** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 4 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 4.

Conforme pode ser visto no Gráfico 4.20, os baixos rendimentos dos alunos no mapa conceitual 5 acabaram não sendo refletidos na resolução do problema 5. Muitos dos alunos que tiveram baixo rendimento no mapa conceitual conseguiram resolver o problema proposto de maneira correta, obtendo bom rendimento. Por outro lado, os alunos que obtiveram bom rendimento no mapa conceitual, também obtiveram bom rendimento na resolução dos exercícios do problema 5. No caso dos alunos cujo desempenho foi muito melhor na resolução do problema do que na organização do mapa conceitual, muito provavelmente aplica-se

aquilo que foi comentado anteriormente quando foram analisados os desempenhos no problema 5: o maior tempo de contato dos alunos com o material preparado para uma aprendizagem significativa, bem como a familiarização já consolidada com os mapas conceituais, refletiu diretamente no resultado da resolução do problema.



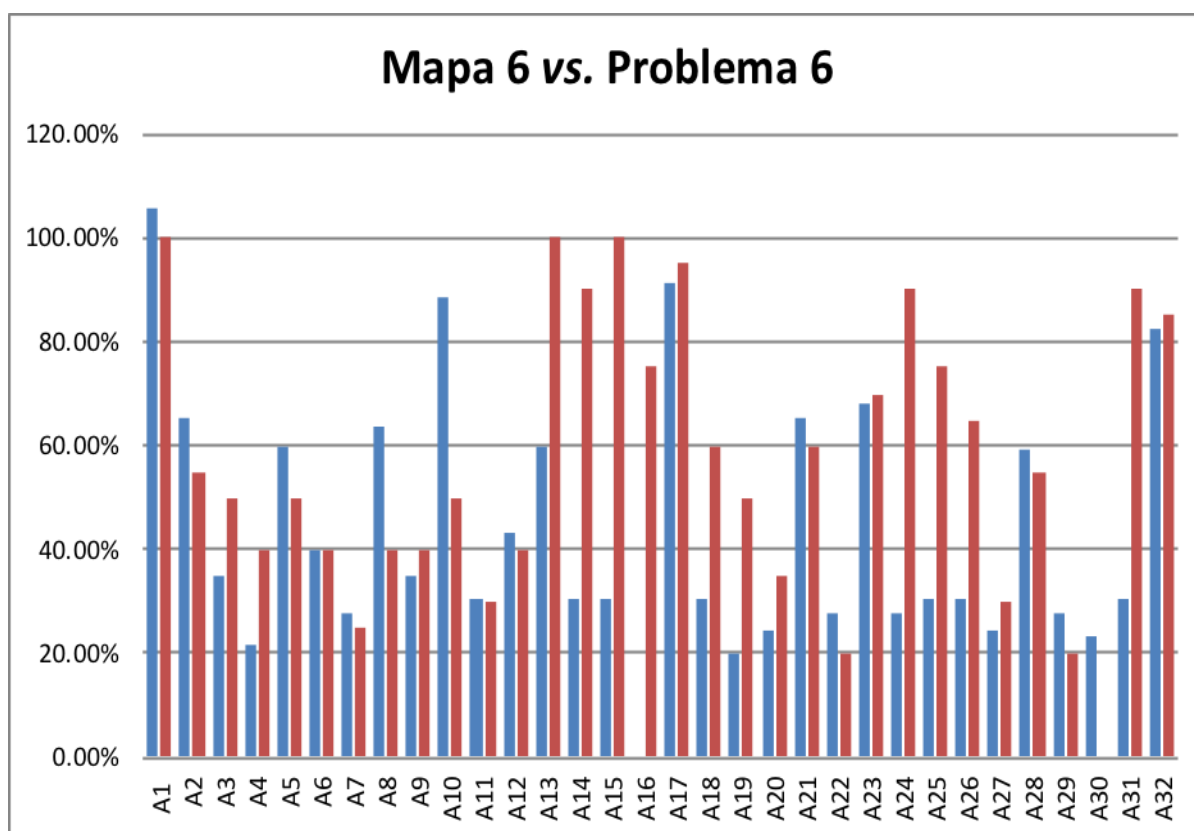
**Gráfico 4.20** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 5 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 5.

Analisando o Gráfico 4.21, pode-se ver a relação entre o rendimento dos alunos na elaboração dos mapas conceituais 6 e aquele na resolução do problema 6. Assim como para o mapa conceitual 5 e o problema 5, pode-se observar um melhor rendimento dos alunos na resolução do problema.

Utilizando o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) ou “ $r$ ” de Pearson, pode-se ter uma ideia melhor sobre a existência ou não de relação entre os desempenhos dos alunos na elaboração de um dado mapa conceitual e na resolução do respectivo problema. Este coeficiente, que mede o grau de correlação linear entre duas variáveis quantitativas  $x_i$  e  $y_i$ , pode ser calculado pela seguinte equação:

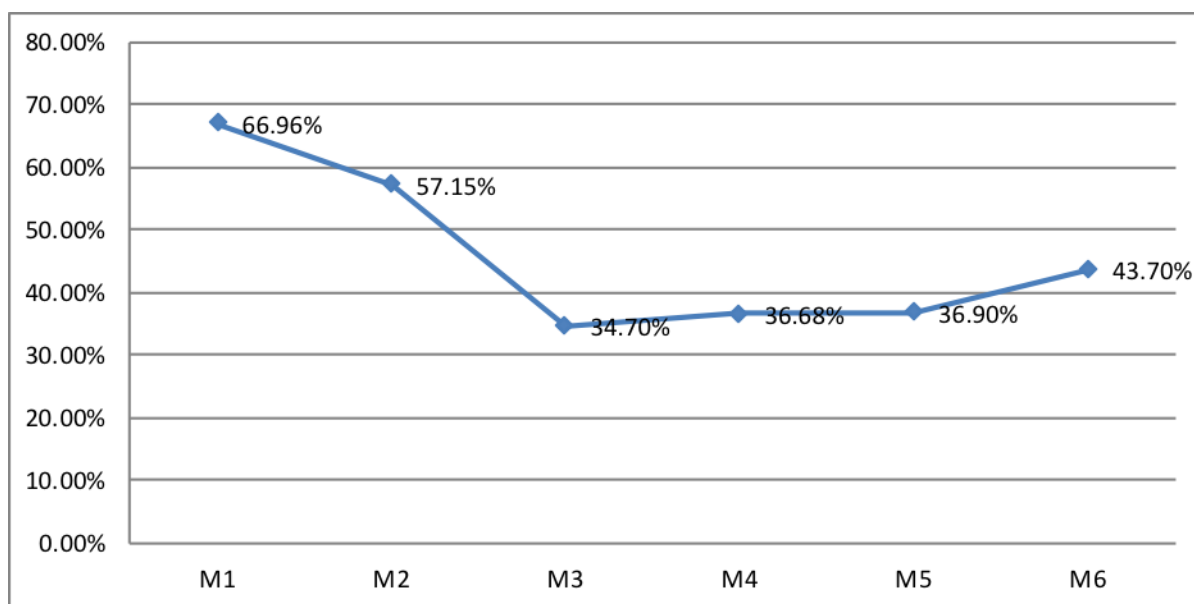
$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{S_y} \right) \quad (1)$$

onde  $n$  é o número de pontos de cada variável na amostra,  $X$  e  $Y$  são as médias aritméticas de ambas as variáveis, e  $S_x$  e  $S_y$  são os seus desvios padrão. Os valores de  $x_i$  e  $y_i$  são, respectivamente, os rendimentos de cada aluno nos dados mapa conceitual e problema; por exemplo, para calcular o valor de  $r$  para a relação mapa conceitual 1 vs. o problema 1, foram usados os dados que constam dos Gráficos 4.1 e 4.10, respectivamente.

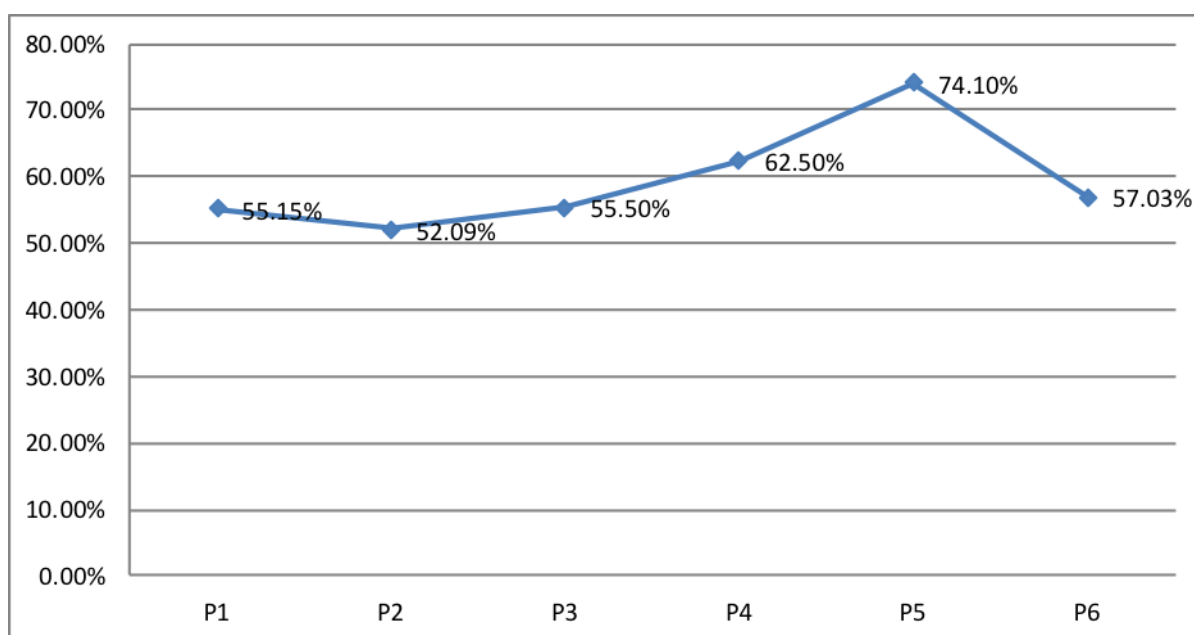


**Gráfico 4.21** – Rendimentos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 6 (à esquerda, em azul) e na resolução do problema 6.

Os Gráficos 4.22 e 4.23 mostram as médias aritméticas dos rendimentos dos alunos na proposição dos mapas conceituais (de M1 até M6) e na resolução dos respectivos problemas (de P1 até P6), respectivamente.



**Gráfico 4.22** – Média aritmética dos rendimentos dos alunos na proposição dos mapas conceituais, de M1 até M6.



**Gráfico 4.23** – Média aritmética dos rendimentos dos alunos na resolução dos problemas, de P1 até P6.

Cabe destacar que o coeficiente de correlação de Pearson é um índice adimensional (sem unidades de medida), com valores entre  $-1,0$  e  $1,0$ . Quando a correlação entre as duas variáveis é perfeita, o valor de  $r$  é igual a  $1,0$ . Portanto, quanto mais próximo de  $1,0$  for valor do coeficiente de correlação de Pearson, maior será a correlação entre os desempenhos dos alunos na elaboração do mapa

conceitual (variável  $x_i$ ) e aquele na resolução do problema correspondente (variável  $y_i$ ). A Tabela 4.7 apresenta o significado dos valores obtidos pelo cálculo de  $r$  usando a equação 1.

**Tabela 4.7** – Significado dos valores do coeficiente de correlação de Pearson por faixas de pontuação, segundo COHEN (1988) e DANCEY e REIDY (2006)

Autor(es)	Significado / Faixas de pontuação		
	Fraco	Moderado	Forte
Cohen	0,10 – 0,29	0,30 – 0,49	0,50 – 1,0
Dancey e Reidy	0,1 – 0,3	0,4 – 0,6	0,7 – 1,0

Os valores do coeficiente de correlação de Pearson, obtidos considerando-se os valores dos respectivos rendimentos relativos às elaborações dos mapas conceituais e às resoluções dos problemas propostos aos alunos, estão mostrados na Tabela 4.8.

**Tabela 4.8** – Valores do coeficiente de correlação de Pearson e respectivas intensidades da correlação (segundo Cohen) para a relação entre os diferentes mapas conceituais vs. problemas

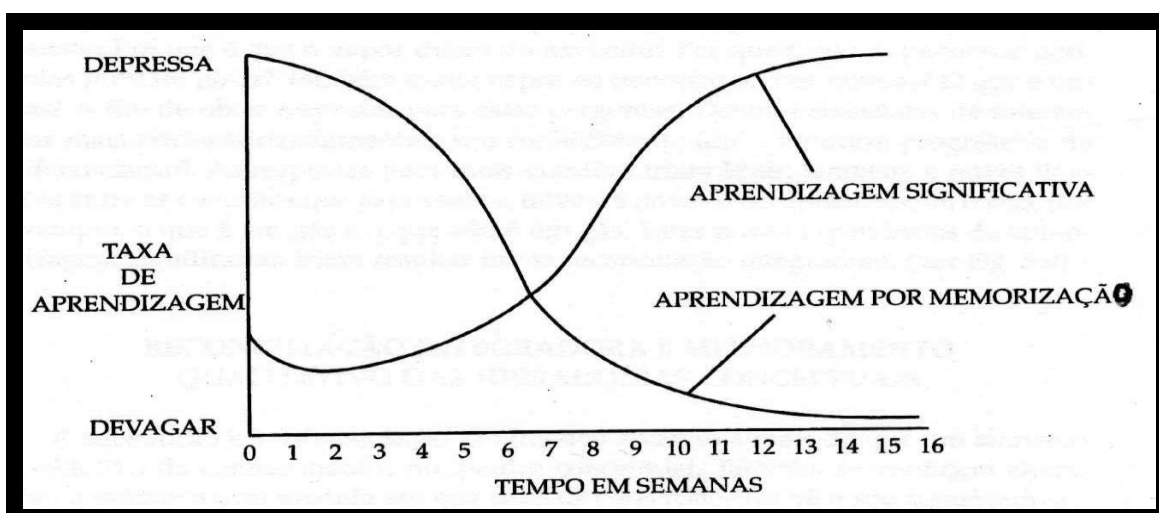
Problema (P) vs. mapa conceitual (M)	Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ )	Intensidade da correlação
P1 vs. M1	0,60	forte
P2 vs. M2	0,62	forte
P3 vs. M3	0,65	forte
P4 vs. M4	0,47	moderada
P5 vs. M5	0,51	forte
P6 vs. M6	0,43	moderada

De acordo com os valores obtidos para os coeficientes de correlação de Pearson e usando-se as faixas de intensidade de correlação adotadas por COHEN (2005), tem-se uma forte intensidade de correlação nos rendimentos dos alunos somente para as relações mapas conceituais 1, 2, 3 e 5 vs. problemas 1, 2, 3

e 5, respectivamente. Portanto, nesses casos pode-se afirmar que existe uma proximidade entre os rendimentos dos alunos nos respectivos mapa conceitual proposto e problema resolvido. Já para as relações mapas conceituais 4 e 6 vs. problemas 4 e 6, respectivamente, obteve-se uma intensidade de correlação moderada, isto é, ocorreu um afastamento entre os rendimentos dos alunos nos mapas conceituais propostos e nos problemas resolvidos.

Era esperada uma correlação mais forte entre os rendimentos dos alunos na elaboração dos mapas conceituais e na resolução dos respectivos problemas, visto que os conceitos utilizados para elaborar o mapa conceitual eram os mesmos que o aluno deveria usar para resolver o problema. Não se pode afirmar exatamente o motivo de tal afastamento nesta correlação, mas é razoável especular sobre algumas prováveis razões para tal.

Segundo NOVAK (2000), existe uma enorme dificuldade para alunos adaptados a aprender por simples memorização, com rara atribuição de significado, em aceitar a aplicação de métodos que os levem a uma aprendizagem significativa. Provavelmente isso ocorre por causa do hábito do próprio aluno em ter uma aprendizagem mecânica. Para que um aluno rompa esse hábito de aprender por simples memorização é necessário que o material seja adaptado para uma aprendizagem significativa e o aprendiz precisa de tempo para praticar, e em diferentes assuntos. A imagem abaixo mostra essa relação.



**Figura 4.32** – Relação entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica.  
Fonte: NOVAK (2000, p. 62).



A presente pesquisa foi feita com material potencialmente significativo, porém não atingindo o tempo mínimo, tendo sido usadas duas aulas semanais de 50 minutos em um curto espaço de tempo. Além disso, os alunos trabalharam com material baseado em uma aprendizagem significativa apenas nesse conteúdo (separação de misturas) e somente na disciplina de Química, o que torna mais difícil ainda de o aluno perder o hábito da aprendizagem mecânica. Outro ponto importante é que os alunos nunca trabalharam baseados em uma aprendizagem significativa, com um material elaborado para esse fim. Para a resolução dos problemas, não necessariamente o aluno se baseou no material instrucional e no respectivo mapa conceitual, pois a resolução do problema pode ter ocorrido independentemente do que o aluno mostrou no mapa conceitual, o que pode explicar o afastamento entre os rendimentos dos alunos no mapa conceitual vs. problema.

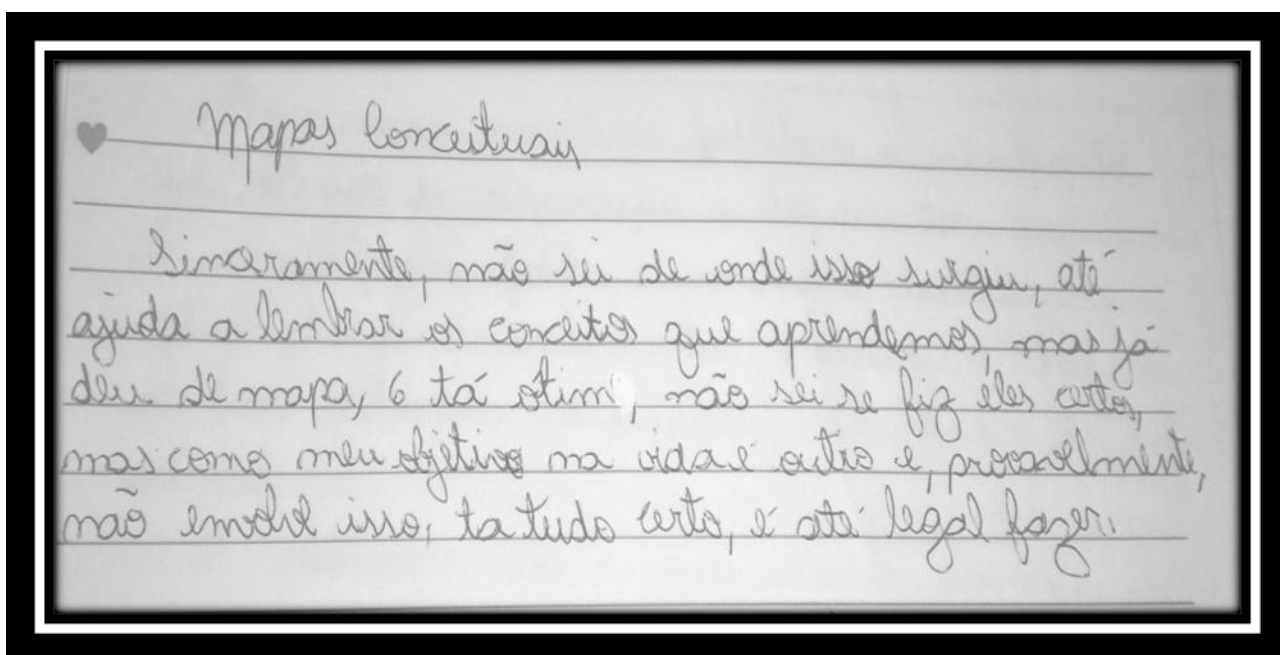
Outra possibilidade é o curto tempo de familiarização dos alunos com os mapas conceituais, pouco tempo de utilização, sendo que a pesquisa propiciou o primeiro contato dos alunos com mapas conceituais.

Finalmente, cabe lembrar que para que ocorra aprendizagem pelo aprendiz é necessário que exista predisposição do mesmo em aprender. Para AUSUBEL et al. (1980), a predisposição é o principal requisito para a efetiva ocorrência de aprendizagem significativa. Dessa forma, fatores como motivação ou persistência poderiam influenciar no resultado da pesquisa, porém não foram foco de análise específica para a pesquisa.

#### 4.4 - Opiniões dos alunos sobre a utilização de mapas conceituais

Dos 32 alunos participantes da pesquisa, 17 optaram por opinar por escrito sobre o que acharam da utilização dos mapas conceituais durante as aulas. A seguir é apresentada uma breve análise dessas opiniões.

Entre os 17 alunos que emitiram suas opiniões sobre a utilização dos mapas, apenas um, o aluno A25, não achou confortável trabalhar com mapas conceituais. A opinião deste aluno está reproduzida na Figura 4.33.



**Figura 4.33** – Opinião do aluno A25 sobre a utilização dos mapas conceituais.

Os outros 16 alunos que emitiram suas opiniões sobre o uso de mapas conceituais acharam que os mapas ajudam muito no entendimento do conteúdo que estão aprendendo, além de ser um instrumento facilitador para a organização do conteúdo. Como exemplo dessas opiniões, nas Figuras 4.34 e 4.35 estão reproduzidas as opiniões dos alunos A16 e A17, respectivamente.

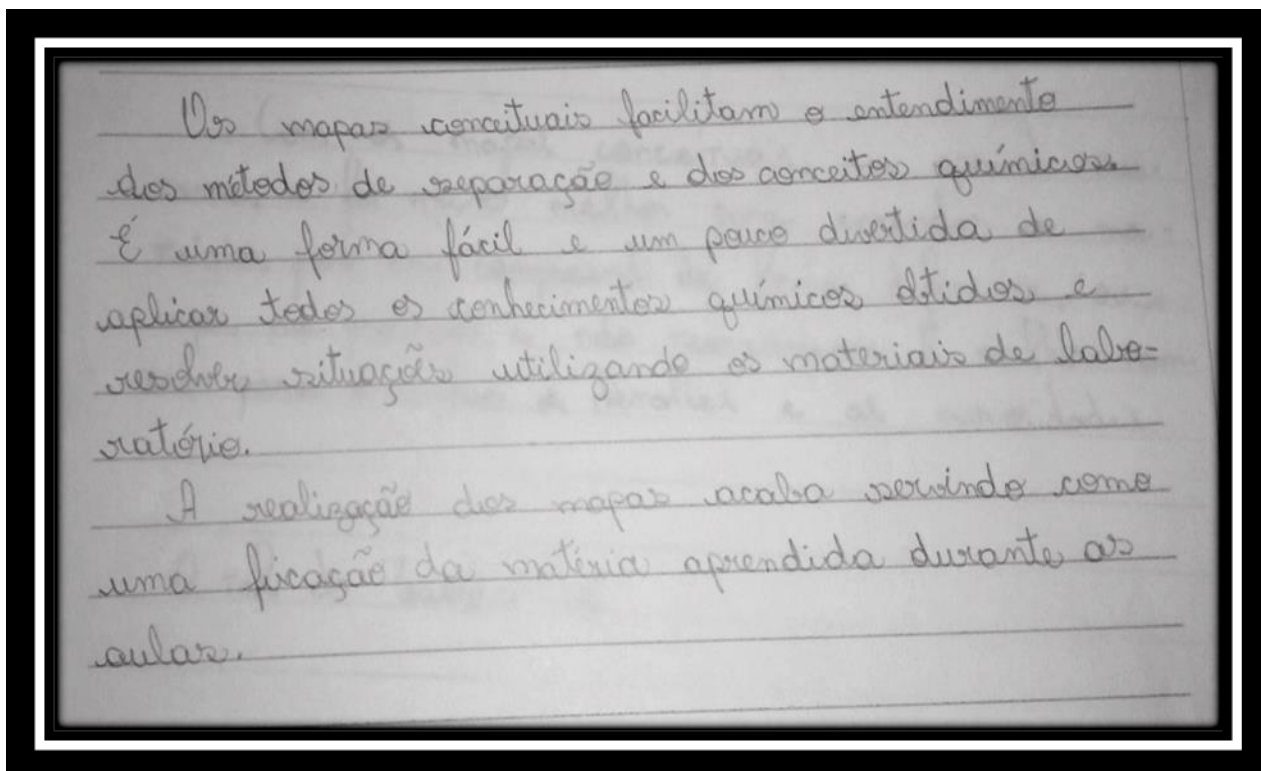


Figura 4.34 – Opinião do aluno A16 sobre a utilização de mapas conceituais.

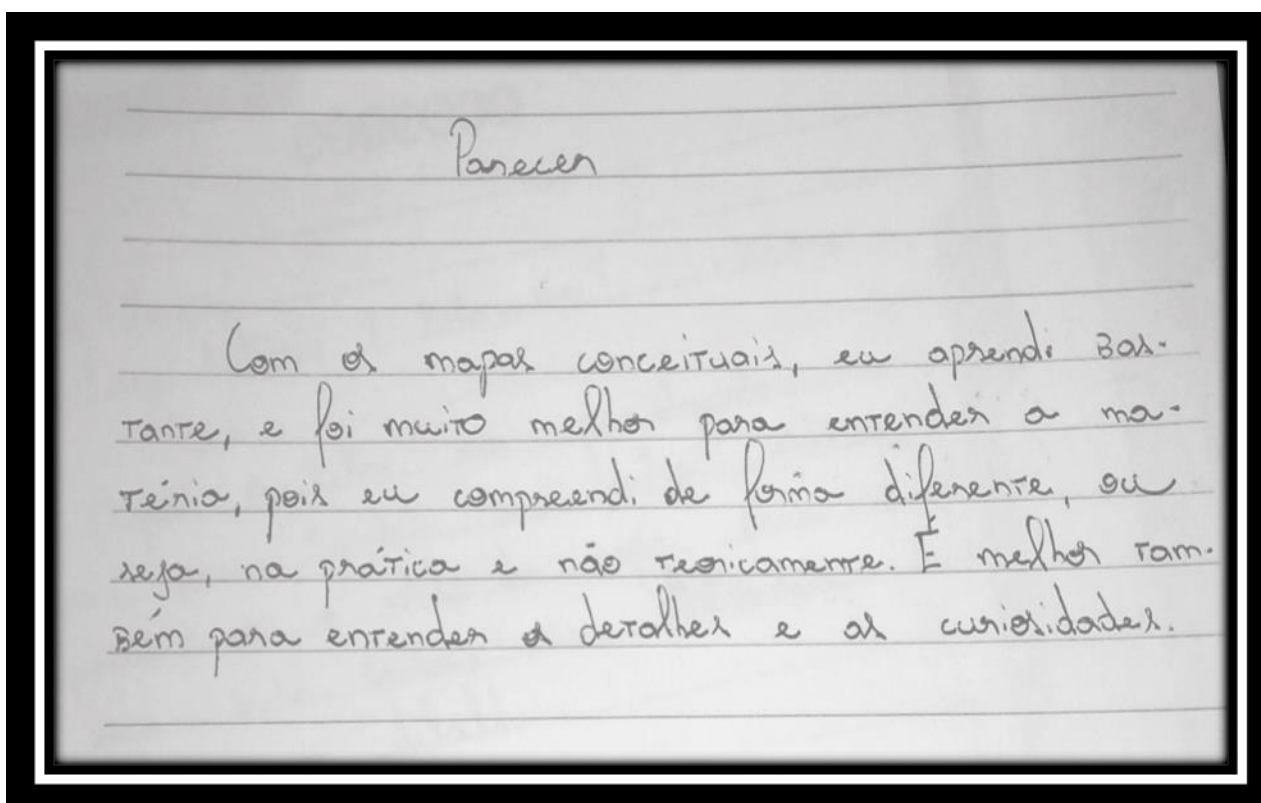
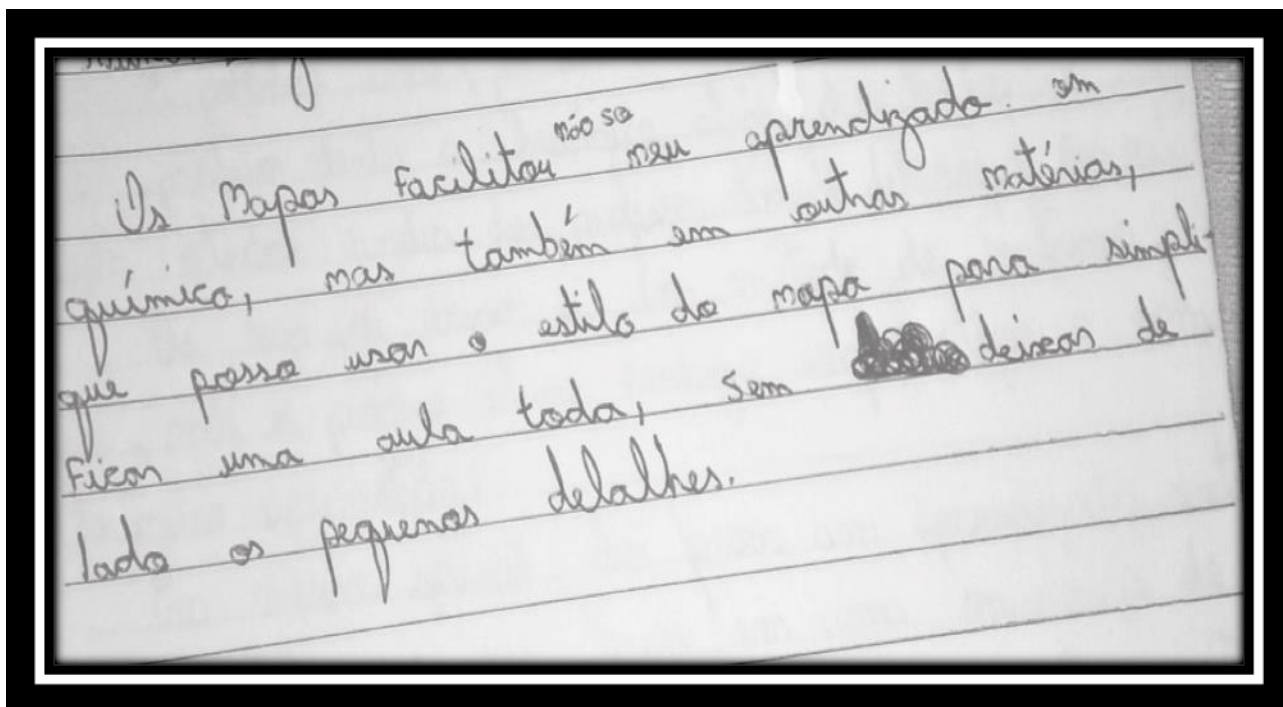


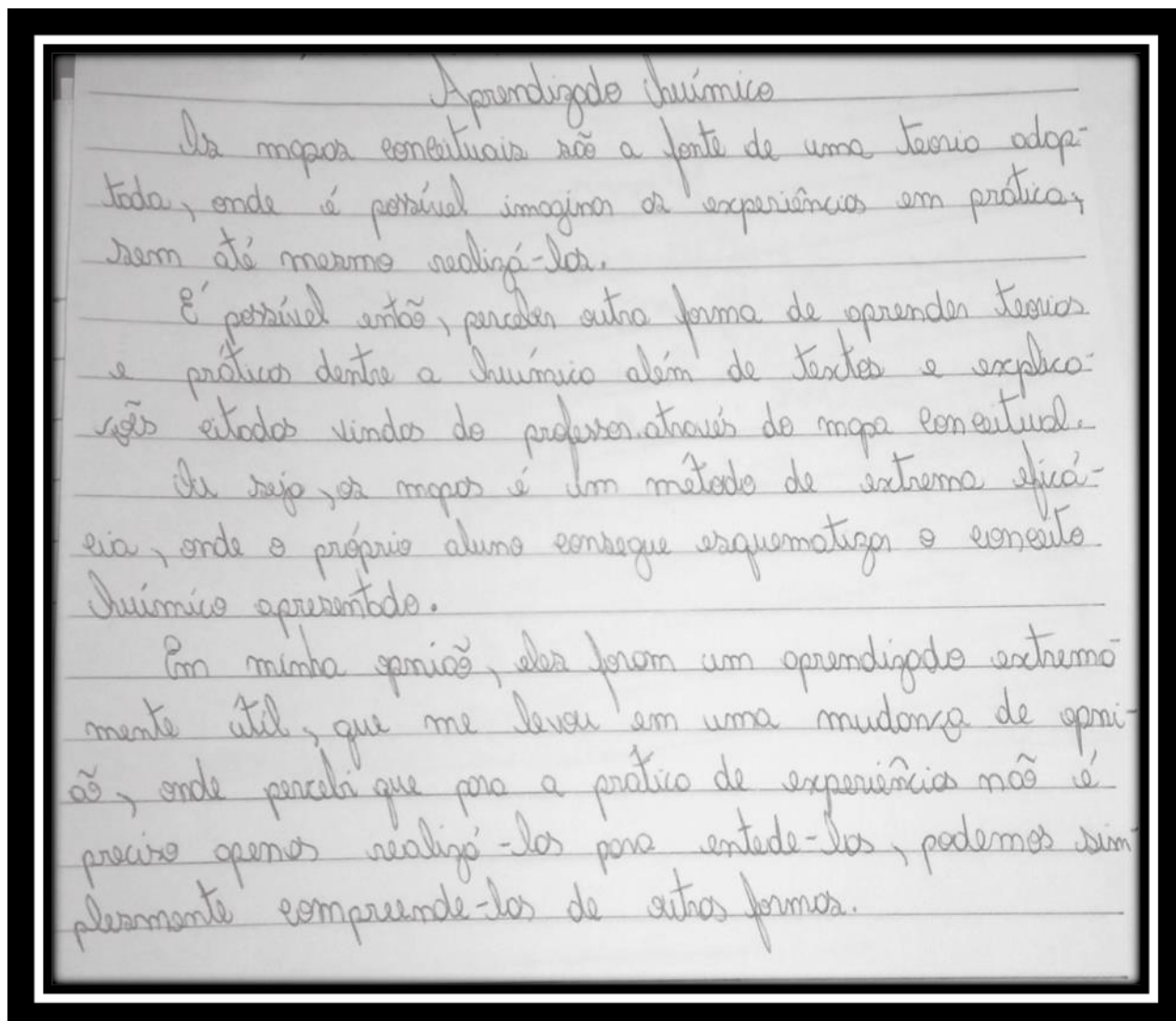
Figura 4.35 – Opinião do aluno A17 sobre a utilização de mapas conceituais.

Para alguns dos alunos, os mapas conceituais não foram úteis somente na disciplina de Química, pois vislumbram o seu uso também em outras matérias ou mesmo para ter uma visão simplificada do conteúdo de uma dada aula. Isso está claro em uma parte das opiniões emitidas pelo aluno A31, reproduzida na Figura 4.36.



**Figura 4.36** – Um destaque entre as opiniões do aluno A31 sobre a utilização de mapas conceituais.

Finalmente, alguns alunos opinaram que a utilização de mapas conceituais ajuda no aprendizado, de forma mais geral. Esta opinião é emitida, por exemplo, pelo aluno A15 (Figura 4.37). É interessante destacar que este aluno afirma que o mapa conceitual ajuda a resolver experimentos, até mesmo antes de fazê-los. A pesquisa desta dissertação visava justamente isso: a resolução de problemas por meio de mapas conceituais. Pelo exposto pelo aluno, fica nítido que ele percebeu que os mapas podem ajudar no processo de aprendizagem.



**Figura 4.37** – Opinião do aluno A15 sobre a utilização de mapas conceituais.

As opiniões emitidas pelos alunos podem ser consideradas um feedback, que, de acordo com PAIVA et al. (2003), é a “reação à presença ou ausência de alguma ação com o objetivo de avaliar ou pedir avaliação sobre o desempenho no processo de ensino-aprendizagem e de refletir sobre a interação de forma a estimulá-la, controlá-la ou avaliá-la”.

É fundamental que se avalie o resultado de uma pesquisa na área de educação. As opiniões daqueles que participaram da pesquisa nos mostram algo além dos números, dos gráficos e tabelas; mostram a influência que o processo de ensino teve sobre o aprendiz.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

Os mapas conceituais são ferramentas que nos ajudam a entender a estrutura cognitiva do aprendiz, mas também ajudam o aprendiz a organizar os conceitos em sua estrutura cognitiva. Analisando os mapas conceituais elaborados pelos alunos, pôde-se observar que o principal problema foi a dificuldade de hierarquização dos conceitos. Com isso ficou clara a dificuldade dos alunos em perceber os conceitos mais gerais e os que abrangem menor quantidade de conceitos, mais específicos, isto é a capacidade de realizar diferenciação progressiva. Desse baixo desempenho na elaboração de alguns mapas, inferiu-se que os alunos apresentam uma organização cognitiva diferente da esperada para o conteúdo em questão.

A dificuldade observada na elaboração dos mapas refletiu-se diretamente, na maior parte dos casos, na resolução dos problemas experimentais. Observou-se que, em geral, os alunos que apresentaram maior dificuldade na elaboração dos mapas conceituais conseqüentemente obtiveram menor rendimento nas resoluções dos problemas.

Com a análise dos dados coletados, pôde-se perceber que existe uma relação entre a resolução do problema proposto ao aluno e seu rendimento e a elaboração dos mapas conceituais. De maneira geral, os alunos que obtiveram um bom rendimento nos mapas também obtiveram bom rendimento na resolução dos exercícios, porém ficou claro que os alunos tiveram mais facilidade na elaboração de mapas lineares do que na elaboração de mapas com ramificações e relações cruzadas. Conseqüentemente, observou-se um rendimento muito baixo nos mapas conceituais com ramificações comparativamente ao rendimento nos mapas lineares. Especificamente, observou-se que:

- nos mapas 1 e 2 ocorreu uma proximidade entre os rendimentos obtidos na elaboração dos mapas e na resolução dos problemas;
- nos mapas conceituais 3, 4, 5 e 6 ocorreu um afastamento entre os rendimentos obtidos na elaboração dos mapas conceituais e na resolução dos problemas.

Na análise da relação entre os desempenhos dos alunos na elaboração do mapa conceitual 4 e na resolução do problema 4, observou-se que a correlação era muito baixa. Isso é justificado como decorrente do mapa 4 envolver uma quantidade relativamente grande de conceitos, enquanto que para a resolução do problema 4 era necessário apenas saber o conceito “solubilidade” e, na sequência, realizar um cálculo matemático, o que leva os alunos a trabalharem de maneira semelhante à que já estavam acostumados, isto é, aprendizagem mecânica.

Na elaboração dos mapas conceituais 3 até 6, teve-se um menor rendimento, o que pode ter ocorrido como consequência do pouco tempo de familiarização dos alunos com mapas conceituais, visto que a pesquisa ocorreu em um período de 26 aulas, sendo que os alunos tinham apenas duas aulas por semana trabalhando com mapas conceituais e aprendizagem significativa (todas as outras disciplinas continuaram sendo trabalhadas da mesma forma tradicional, com uma aprendizagem mecânica). Pela literatura, sabe-se que leva um tempo para que o aluno consiga deixar de aprender mecanicamente e comece a ter uma aprendizagem significativa. Aqui cabe deixar claro que essa pesquisa não levou em consideração fatores externos que fugiam ao seu foco, como desmotivação ou dificuldade dos alunos frente à familiarização e utilização dos mapas conceituais.

Porém, sem dúvida precisa-se e espera-se estudos mais específicos sobre essas variáveis, para que possa haver uma discussão mais ampla.

A partir de uma análise do desempenho dos alunos nos mapas/problemas de 1 até 6, fica perceptível que ocorreu uma evolução. Nos mapas/problemas 1 e 2, existiu uma relação muito próxima entre os mapas e os problemas, com um rendimento alto em relação ao mapa de referência, devido à maior simplicidade dos mapas, por serem lineares. Já para os mapas/problemas de 3 até 6, ocorreu uma queda de rendimento. O mapa/problema 3 contém a primeira ramificação, portanto um aumento de dificuldade para a elaboração do mapa conceitual. O mesmo ocorre nos mapas/problemas 4, 5 e 6, sendo o mapa/problema 6 o mais complexo e com maior número de conceitos, e mesmo assim, percebe-se uma evolução dos alunos no rendimento frente aos mapas de referência.

Cabe ainda destacar que uma fração dos alunos (~50%) emitiram suas opiniões sobre o que acharam da utilização os mapas conceituais. Em sua maioria, opinaram que se trata de uma ferramenta facilitadora para a aprendizagem e para a organização daquilo que estavam aprendendo. Também afirmaram que os mapas

conceituais podem ser usados em outras matérias ou mesmo para ter uma visão simplificada do conteúdo de uma aula. Finalmente, também houveram opiniões de que os mapas conceituais ajudam no aprendizado, de forma geral, ou que ajudam a resolver experimentos, até mesmo antes de fazê-los. Diante desses depoimentos, não há dúvidas de que a Química tem uma maior aceitação pelos alunos quando trabalhada de forma experimental, com aulas práticas, conjuntamente com mapas conceituais, oferecendo o significado que ela deve ter, já que é uma ciência empírica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Trad. de E. Nick. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2ª ed. Hillsdale – NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- DANCEY, C. & REIDY, J. *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. 3ª ed. Trad. de L. Viali. Porto Alegre, Artmed, 2006.
- EARL, B. L. Concept maps for general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 84 (11): 1788, 2007.
- FIALHO, N. N.; VIANA FILHO, R. P. & SCHMITT, M. R. O uso de mapas conceituais no ensino da tabela periódica: um relato de experiência vivenciado no PIBID. *Química Nova na Escola*, 40 (4): 267, 2018.
- GOWIN, D. B. & ALVAREZ, M. C. *The Art of Educating with V Diagrams*. Cambridge, Cambridge University Press, 2005.
- LIMA, J. A.; SAMPAIO, C. G.; BARROSO, M. C. S.; VASCONCELOS, A. K. P. & SARAIVA, F. A. Avaliação da aprendizagem em química com uso de mapas conceituais. *Revista Thema*, 14 (2): 37, 2017.
- LUZ, S. V. *Aprendizagem Significativa de Função do 1º Grau: Uma Investigação por Meio da Modelagem Matemática e dos Mapas Conceituais*. Maringá, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e a Matemática – Universidade Estadual de Maringá, 2010. Dissertação de mestrado, 172 p.
- MOLINA, A.; ONTORIA, A. & GÓMEZ, J. P. R. *Potencializar a Capacidade de Aprender e Pensar*. Trad. de F. Lulsisco. São Paulo, Madras, 2004.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais*. Porto Alegre, Instituto de Física - UFRGS, 2013. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24\\_n6\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira.pdf) (acesso em 27 de dezembro de 2018).
- MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Porto Alegre, Instituto de Física - UFRGS, 2006. Disponível em: <http://www.mettodo.com.br/ebooks/MapasConceituaiseDiagramasV.pdf> (acessado em 24 de dezembro de 2018).
- MOREIRA, M. A. & BUCHWEITZ, B. *Mapas Conceituais: Instrumentos Didáticos de Avaliação e de Análise de Currículo*. São Paulo, Moraes, 1987.
- MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. *A Teoria Cognitiva de Aprendizagem. Aprendizagem Significativa – A Teoria de David Ausubel*. São Paulo, Moraes, 1982. p. 7-25.
- NAKHLEH, M. B. How can research uncover what students are learning? *Journal of Chemical Education*, 71 (3): 201, 1994.

- NOVAK, J. D. *Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento*. Trad. de A. Rabaça. Lisboa, Paralelo Editora, 2000.
- NOVAK, J. D. & GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Trad. C. Valadares. Lisboa, Plátano Edições Técnicas (Coleção Plátano Universitária), 1999.
- PAIVA, V. L. M. O. *Feedback em ambiente virtual*. In: LEFFA, V. (Org.) *Interação na Aprendizagem das Línguas*. Pelotas: EDUCAT, 2003. Disponível em: [www.veramenezes.com/feedback.htm](http://www.veramenezes.com/feedback.htm) (acessado em 29 de janeiro de 2019).
- PELLIZZARI, A. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2 (1): 37-42, 2002.
- PEREIRA, A. de S.; OLIVEIRA, A. M. & DOMINGOS, D. C. A. Utilizando mapas conceituais para verificação da aprendizagem significativa, utilizando o tema separação de misturas. *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba, UFPR/DQ, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/trabalhos.htm> (acessado em 27 de dezembro de 2018).
- POZO, J. I. *Aquisição de Conhecimento: Quando a Carne se Faz Verbo*. Porto Alegre, Artmed, 2005.
- REGIS, A.; ALBERTAZZI, P. G. & ROLETTO, E. Concept maps in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 73 (11): 1084, 1996.
- RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. *Temas em Psicologia*, nº 3, p. 91-95, 1994.
- SOUZA, A. C. de S.; CELESTRINI, L.; GRIGORIO, N. A. & RODRIGUES, J. F. Teoria de Ausubel: cognoscitiva ou cognitiva. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/pedagogia/teoria-ausubel-cognoscitiva-ou-cognitiva-1.htm> (acesso em 27 de dezembro de 2018).
- STERNBERG, R. J. *Psicologia Cognitiva*. Trad. de M. R. B. Osório. Porto Alegre, Artmed, 2000.
- TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. *Ciências & Cognição*, 12: 72-85, 2007.
- TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A. & COSTA, S. S. C. Revisión de la literatura sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17 (2): 305-339, 2012.
- TRINDADE, J. O. & HARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*, 34 (2): 83, 2012.

## Apêndice

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “**SEPARAÇÃO DE MISTURAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: MAPAS CONCEITUAIS E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**” sob a responsabilidade do pesquisador **Luís Felipe Souza Paulino da Costa**, a qual pretende estudar a seguinte questão de pesquisa: Como, e em que medida, ocorre o efeito de mapas conceituais na resolução de problemas experimentais referentes a separações de misturas no Ensino Fundamental? A pesquisa ocorrerá entre alunos do Ensino Fundamental II (9º ano).

Sua participação é voluntária e se dará por meio de aulas expositivas do conteúdo abordado e aulas práticas. Ainda será feita coleta de dados referentes à elaboração de mapas conceituais e problemas resolvidos.

Para evitar os riscos de constrangimentos serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas e de sua identidade. Se você aceitar participar, estará contribuindo para a melhora do ensino de química. Por outro lado, a pesquisa não oferecerá riscos; a única atividade que oferece algum perigo (o aquecimento de água para sua evaporação) será realizada diretamente pelo professor.

Se depois de consentir em sua participação, desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O participante não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone\_\_\_\_\_.

#### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_ declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa.

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do participante