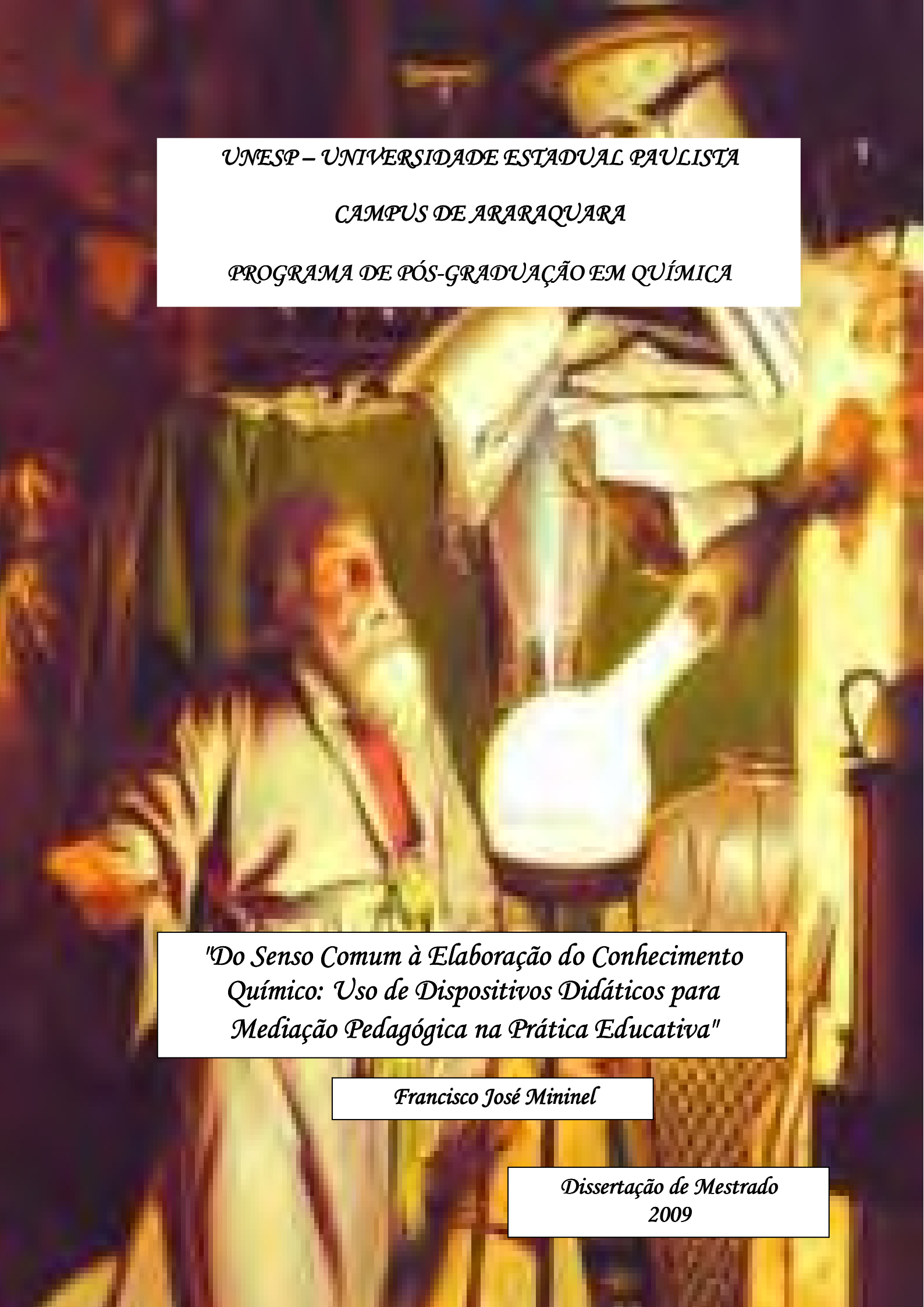


UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE ARARAQUARA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

"Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa"

Francisco José Mininel

Dissertação de Mestrado
2009

Francisco José Mininel

"Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa"

Dissertação apresentada ao Instituto de Química como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profª.Drª.Regina Célia Galvão Frem Di Nardo
Co-orientador: Profº. Dr. Luiz Antônio Andrade de Oliveira

Araraquara
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Mininel, Francisco José
M665d Do senso comum à elaboração do conhecimento químico: uso de dispositivos didáticos para mediação pedagógica na prática educativa / Francisco José Mininel. - Araraquara : [s.n], 2009
251 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química
Orientador: Regina Célia Galvão Frem Di Nardo
Co-orientador: Luiz Antonio Andrade de Oliveira

1. Educação. 2. Química - Estudo e ensino. 3. Mediação pedagógica. 4. Processo dialógico. I. Título.

Elaboração: Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação do Instituto de Química de Araraquara
Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação

FRANCISCO JOSÉ MININEL

Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Araraquara, 13 de julho de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Regina Célia Galvão Frem Di Nardo (Orientadora)
Instituto de Química – UNESP, Araraquara

Profª Drª Maria Eliza Brefere Arnoni
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP, São José do Rio Preto

Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – UFSCAR – São Carlos

1. DADOS PESSOAIS

1.1. Nascimento: 21 de fevereiro de 1966.

1.2. Nacionalidade: brasileiro.

1.3. Naturalidade: Fernandópolis-SP.

1.4. Estado civil: casado.

1.5. Filiação: Pai: Antenor Mininel.

Mãe: Irene Oratti Mininel.

1.6. Profissão: Professor.

1.7. Documento de identidade: 18.093.865-4

1.8. CPF: 080.659.678-33

1.9. Endereço residencial: Rua Aviador Eduardo Borges de Freitas, 199, Residencial Terra Verde, Fernandópolis-SP. CEP: 15600-000.

Tel. (17) 3462-5334. Correio eletrônico: fmininel@bol.com.br

2. FORMAÇÃO ACADÊMICA

2.1. Mestre em química, curso de pós-graduação em química. Área de concentração: Educação em Química,
concluído em 13/07/2009 no Instituto de Química de Araraquara-UNESP.

2.2. Mestre em Ciências Famacêuticas, curso de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas. Área de concentração: Insumos e Medicamentos,
concluído em 07/05/2003 na Universidade São Francisco de Bragança Paulista – USF - SP.

2.3. Licenciado em química. Curso de química concluído em 10/12/1987.
Na Fundação Educacional de Votuporanga – FEV - SP.

3. TRABALHOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS

1. MININEL, F. J. ,et al. Abordagem fitoquímica e atividade antimicrobiana de *Cotus spiralis* Jac. Roscoe (Zingiberaceae). **Universitas**. V. 4, n. 1, p. 149 – 175, 2008.

2. MININEL, F. J. ,et al. Abordagem fitoquímica, morfo-histológica, cromatográfica e análise antimicrobiana de *Ipomea cárnea* Jac. (Convolvulaceae). **Universitas**. v. 3, n. 1, p. 199-234, 2008.

Dedicatória

A Deus pelo dom da vida. Ao meu querido pai Antenor Mininel (in memoriam). À minha mãe Irene Oratti Mininel. Ao meu amado filho Kauan, um presente abençoado dos céus. Ao meu amado sobrinho Guilherne. À minha irmã Rosana. À minha esposa Silvana pelo incentivo, apoio e carinho durante toda a trajetória.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, professora Dra. Regina Célia Galvão Frem Di Nardo e Dr. Luiz Antônio Andrade de Oliveira, pela atenção com os quais sempre receberam a mim e este trabalho. Sinto-me extremamente feliz por termos trilhados juntos a fascinante área da Educação em Química. Obrigado pelas importantes orientações a fim de nortearmos este trabalho;

à minha esposa Silvana pela ajuda nas leituras e revisões e pela paciência durante todo o tempo do Mestrado, meu amor;

ao meu filho Kauan e meu sobrinho Guilherme, duas jóias preciosas recebidas por mim nesta vida;

ao meu pai Antenor Mininel (in memeoriam), pois tenho a certeza de que onde estiver continua torcendo por mim;

aos queridos alunos da Rede Pública de Ensino, parceiros ao longo de toda esta trajetória e razão de ser desta pesquisa;

à Diretoria de Ensino de Fernandópolis, em especial à Dirigente Regional de Ensino, professora Adélia Menezes e as supervisoras Maria de Jesus da Cunha Borges e Rosângela Caparroz, pelo apoio e compreensão;

ao Governo do Estado de São Paulo pela ajuda recebida via o programa Bolsa Mestrado;

à Fundação Educaional de Fernandópolis (FEF) pelo apoio ao Projeto e disponibiçização dos laboratórios didáticos de Química.

RESUMO

As propostas mais recentes de Ensino de Química têm como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, em um processo interativo professor-aluno, em que os horizontes conceituais dos alunos sejam contemplados. Desse modo necessitamos de estratégias para oportunizar aos nossos alunos momentos para expressarem como vêem o mundo, o que pensam, como entendem os conceitos e quais as suas dificuldades. No intuito de fazermos de nossas aulas momentos de reflexão-ação, buscou-se diferentes dispositivos didáticos (vídeos problematizadores, experimentação, textos de apoio, uso de software, construção de mapas conceituais) dentro de contextos definidos a fim de que os alunos pudessem manifestar suas idéias (interações dinâmicas sócio-culturalmente determinadas), nos permitindo tomar conhecimento de suas concepções acerca do tema em estudo. Durante o transcorrer das atividades, nunca perdemos o foco de que a aprendizagem dos conceitos passa por um processo dialógico mediado pelo professor e pelas atividades instrucionais propostas. Neste trabalho, todas as atividades experimentais ou não, foram introduzidas a partir de temas abordados em vídeos da TV-ESCOLA (MEC) o qual denominamos ***problematizadores***. Foram escolhidos temas para o 1º Ano Ensino Médio ("Solo"), 2º Ano ("Água") e 3º Ano ("Interação Inseto-planta – Química de Produtos Naturais"). Desse modo os conceitos eram elaborados ou re-elaborados a partir de atividades que propiciavam um aprofundamento cada vez maior do tema e dos conceitos. Os resultados obtidos nos indicam que a **mediação pedagógica** (interação professor-aluno e aluno-aluno) enriquece as atividades e fazem com que os alunos discutam em grupo e tragam à tona os conceitos que possuem, testem suas hipóteses e criem estratégias para a solução de problemas. A partir dessa perspectiva, são essenciais a negociação de significados no decurso das aulas, o papel mediador do professor enquanto representante do conhecimento científico e o papel da linguagem na formação dos conceitos.

Palavras-chave: mediação pedagógica, processo dialógico, interação professor-aluno.

ABSTRACT

The most recent proposal for in Chemistry Teaching as one of the min assumption the need of active involvement of the students during the classes in an interactive teacher-student process, in which their conceptual horizons are considered. Thus we need strategies that give opportunities to our students to express the way they interpret the world, how they thinks about and understand the concepts and which are their difficulties in these processes. In order to make our classes moments of reflection-action, several teaching instruments were usedit (video problematized, experiments, supporting written material, use of didactic softwares, construction of conceptual maps) within defined contexts, so that the students could express their ideas (dynamic social-culturally determined interactions), allowing us to be aware of their initial conceptions about the subject under study. During the development of the activities, the focus on the it that learning of concepts is through a dialogue process mediated by the teacher and the instructional activities proposed was never lost. In this study, all activities experimental or not, were introduced from topics covered in videos of TV-ESCOLA (MEC), that were designated as problematization themes. The videos themes chosen wer Soil (Solo), Water (“Água”) and ("insect-plant interactive - Chemistry of Natural Products") for 1 st, 2 nd and 3 rd High School terms, respectively. During the classes the concepts were established or re-elaborated from the results of the activities proposed in order to increase the depth of the knowledge about the theme and the concepts related subject by the students. . The results obtained suggest that the Pedagogical Mediation (teacher-student and student-student interactions) enrich the activities stimulate the discussion of the subject by the student groups, bring to light the concepts they have about the subject, test their assumptions and create strategies for the solution of problems. From this perspective, it is suggested their in the formation of the scientific concepts are essential the negotiation of meaning driving the classes, the mediation role of the teacher, as representative of the scientific stablished knowledge the role of the language.

Keywords: pedagogical mediation, dialogue process, teacher-student interaction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de organização metodológica 49
Figura 2. Fotos do laboratório didático de Química da Fundação Educacional De Fernandópolis 55
Figura 3. Alunos chegando a Fundação Educacional de Fernadópolis 55
Figura 4. Alunos no laboratório de Química (conhecendo vidrarias) 56
Figura 5. Esquema de organização metdológica (utilização de múltiplos dispistivos didáticos) 59
Figura 6. Pirâmide da Estrutura Cognitiva 72
Figura 7. Diagrama com a sequência didática escolhida 75
Figura 8. Sequência didática 1º Ano 77
Figura 9. Sequência didática 2º Ano 79
Figura 10. Sequência didática 3º Ano 81
Figura 11. Telas produzidas com tinta feita de solo 89
Figura 12. Alunos executando a atividade experimental 89
Figura 13. Questões previas ao experimento realuizado 90
Figura 14. Alunos executando a atividade proposta 96
Figura 15. Alunos em discussão pós experimentação 98
Figura 16. Diferentes tipos de solos analisados pelos alunos 102
Figura 17. Visão geral de uma das bancadas com reagentes e vidrarias na atividade prática 102
Figura 18. Orientações dadas pelo professor na lousa 103
Figura 19. Alunos mostrando os resultados obitdos 105
Figura 20. Texto utilizado com o instrumento de mediação pedagógica 105
Figura 21. Preparação da escala de pH com suco de repolho roxo 108
Figura 22. Resultado de analise da acidez do solo e comparação com a escala de pH produzida 108
Figura 23. Teste de produtos de uso domestico utilizando a escala de pH produzida com repolho roxo 108
Figura 24. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 110
Figura 25. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 111
Figura 26. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 111
Figura 27. A importância dada às discussões em grupo 112

Figura 28. A importância dada às orientações do professor 112
Figura 29. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento 113
Figura 30. Compreensão do objeto do experimento 113
Figura 31. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 114
Figura 32. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 115
Figura 33. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 115
Figura 34.A importância dad às oritentações do professor 116
Figura 35. Importância dada às Orientações do Professor 116
Figura 36. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento 117
Figura 37. A compreensão do objetivo do experimento 117
Figura 38. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 118
Figura 39. Grau de dificuldade dos alunios em relação ao experimento 118
Figura 40. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 119
Figura 41. A importância dad às discussões em grupo 119
Figura 42. A importância dada às orientações do professor 120
Figura 43. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento 120
Figura 44. A compreensão do objetivo do experimento 121
Figura 45. Mapa conceitual 1º ano 130
Figura 46. Alunos confccionando o filtro com garrafas PET 139
Figura 46. Porcentagem de acertos por questões no 1º Ano do Ensino Médio 139
Figura 47. Filtro sendo utilizando e alunos fazendo anotações 140
Figura 48. Béquer com água filtrada 140
Figura 49. Alunos em discussão dos resultados como professor 141
Figura 50. Alunos em discussão pós-experimentação no grupo de estudos 142
Figura 51. Alunos em discussão previa a experimentação 144
Figura 52. Alunos preparando soluções 149
Figura 53. Diluindo soluções 150
Figura 54. Aluno orientando colegas no preparo de soluções 151
Figura 55. Balões com soluções preparadas 152
Figura 56. Alunos em discussão pós-experimentação 153
Figura 57. Aluno escrevendo a opinião do grupo sobre a questão proposta 154

Figura 58. Alunos raspando giz na água de um béquer 156
Figura 59. Alunos durante a execução experimental: adição de detergentes na água com pó de giz 157
Figura 60. Alunos em discussão pós-experimentação 159
Figura 61. Verificando a polaridade da água 160
Figura 62. Alunos após o término do experimento 161
Figura 63. Experimento: ação poluidora dos detergentes 164
Figura 64. Verificando a quantidade de espuma formada 165
Figura 65. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 166
Figura 66. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 167
Figura 67. A segurança dos alunos quanto à realização da atividade experimental 167
Figura 68. Importância dada às discussões em grupo 168
Figura 69. Importância dada às orientações do proifessor 168
Figura 70. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento 169
Figura 71. A compreensão do objetivo do experimento 169
Figura 72.Grau de interesse dos alunos pelo experimento 170
Figura 73. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 171
Figura 74. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 171
Figura 75. Importância dada às discussões em grupo 172
Figura 76. Importância dada às orientações do professor 172
Figura 7. Estabelcimento de relações entre o vídeo e o experimento 173
Figura 78. A compreensão do objetivo do experimento 173
Figura 79. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 174
Figiura 80. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 174
Figura 81. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 175
Figura 82. Importância dada às discussões em grupo 175
Figura 83. Importância dada às orientações do professor 176
Figura 84. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento 176
Figura 85. A compreensão do objetivo do experimento 177
Figura 86. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 177
Figura 87. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento 178

Figura 88. A segurança dos alunos em relação ao experimento.....178
Figura 89. A importância dada ás discussões em grupo.....179
Figura 90. Importância dada às orientações do professor 179
Figura 91. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.....180
Figura 92. A compreensão do objetivo do experimento 180
Figura 93. Grau de interess dos alunos pelo experimento 181
Figura 94. Grau de dificuldade dos alunos em relçao ao experimento.....181
Figura 95. A Segurança dos alunos em relalção ao experimento 182
Figura 96. Importância dada as discussões em grupo. 182
Figura 97. Importância dada às orientações do professor. 183
Figura 98. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.....184
Figura 99. A compreensão do objetivo do experimento 184
Figura 100. Alunos manipulando a molécula construída. 188
Figura 101. Alunos mostrando a molécula construída 188
Figura 102. A molécula construída 188
Figura 103. Alunos em discussão prévia à experimentação 192
Figura 104. Representação grupo 1.....193
Figura 105. Representação grupo 2.....193
Figura 106. Representação grupo 3.....194
Figura 107. Alunos executando a atividade experimental.....195
Figura 108. Alunos em discussão pós-experimentação 196
Figura 109. Alunos Discutindo e anotando resultados (pós-experimentação).....197
Figura 110. Representações feita por m dos grupos (moléculas do gás, antes e após variação de temperatura).....198
Figura 111. Aparelho de destilação construído 200
Figura 112. Cravo da índia em fervura no Balão.....200
Figura 113. Frasco coletor do óleo 200
Figura 114. Frasco coletor aberto para mostrar gotículas de óleo essencial na superfície da água.....201
Figura 115. Montagem do aparato experimental (preparação do ácido fumárico). 201
Figura 116. Visualização do ácido fumárico produzido 202
Figura 117. Fórmula estruturais escritas pelos alunos.....203
Figura 118. Realizando o teste de solubilidade.....203

Figura 119. Teste de solublidade: tubo à esquerda (ácido maléico); tubo à direita (ácido fumárico)..... 204
Figura 120. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 209
Figura 121. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento..... 210
Figura 122. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental 210
Figura 123. Importância dada às discussões em grupo 211
Figura 124.Importância dada às orientações do professor 211
Figura 125. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento..... 212
Figura 126. A compreensão do objetivo do experimento 212
Figura 127. Grau de interesse dos alunos pelo experimento 213
Figura 128. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento..... 213
Figura 129. A Segurança dos alunos em relação ao experimento 214
Figura 130. Importância dada às discussões em grupo 214
Figura 131. Importância dada às orientações do professor..... 215
Figura 132. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento..... 215
Figura 133. A compreensão do objetivo do experimento 216
Figura 134. Quantidade de acerto por questões 217
Figura 135. Porcentagem de acertos por aluno 217
Figura 136. Mapa conceitual 3º Ano..... 218
Figura 137. Importancia dada às discussões em grupo 218
Figura 138. Importancia dada às orientações do professor..... 219
Figura 139. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento..... 219
Figura 140. A compreensão do objetivo do experimento 220
Figura 141. Mapa conceitual 1º Ano..... 225
Figura 142. Porcentagem de acertos por questões no 1º Ano do Ensino Médio 227
Figura 143. Porcentagem de acertos por aluno no 1º Ano do Ensino Médio 227
Figura 144. Mapa conceitual 2º Ano..... 230
Figura 145. Porcentagem de acertos por alunos no 2º Ano do Ensino Médio 231
Figura 146. Porcentagem de acertos por questões no 2º Ano do Ensino Médio 231
Figura 147. Mapa conceitual 3º Ano..... 235
Figura 148. Quantidade de acerto por questões 236
Figura 149. Porcentagem de acerto por aluno 236

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Breve panorama do Ensino de Ciências no Brasil. 23
Quadro 2. Metodologias mais comuns nos últimos 50 anos. 24

SUMÁRIO

RESUMO **5**
ABSTRACT **6**
LISTA DE FIGURAS **7**
LISTA DE QUADROS **12**
APRESENTAÇÃO **16**
CAPÍTULO 1- IDÉIAS INICIAIS **20**
1.1. Têndencias de Pesquisa no Ensino de Ciências 20
1.2. O Ensino de Química, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) 25
1.3. O Ensino de Química, segundo a nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008) 27
CAPÍTULO 2- Referênciais teóricos
2.1. Os suportes sócio-interacionistas e a Aprendizagem Significativa 30
2.2. Fundamentos Teóricos 30
2.2.1. Aprendizagem Significativa de Ausubel 30
2.2.2. O Interacionismo de Vygotsky 33
2.2.3. O papel da Linguagem nas Interações Sociais 34
2.2.4. Interação: Diálogo com Parceiros Mais Experientes 35
2.2.5. Interações em Sala de Aula: Trabalhando na Zona de Desenvolvimento Proximal 37
2.2.6. O Professor Mediador 38
2.2.7. O Currículo em Espiral de Jerome Bruner 42
2.2.8. A importância dos conhecimentos prévios 43
2.2.9. O trabalho a partir das representações dos alunos 45
2.2.10. Algumas considerações sobre mediação pedagógica 48
2.2.11. Classificação dos professores quanto à mediação pedagógica 51
CAPÍTULO 3- Metodologia e desenvolvimento
3.1. Contexto e desenvolvimento da pesquisa 54
3.2. Mediação Pedagógica e dispositivo didático 56
3.2.1. Mediação Pedagógica e dispositivos didáticos 56
3.3. O Uso de temas geradores no Ensino de Química 61

3.4. Experimentação no Ensino de Química 62
3.5. Sobre os vídeos da TV Escola: interação de tecnologias..... 67
3.6. Opção de Pesquisa 69
3.6.1. Dispositivos didáticos e sequência didática escolhida 71
CAPITULO 4- Processo e Investigação
4.1. A busca do conhecimento químico..... 85
4.1.1. Atividades propostas para o 1º Ano 85
4.1.2. Análise de dados a partir dos gráficos construídos: ativdades 1º Ano Ensino Médio 110
4.2. Atividades propostas para o 2º Ano 121
4.3. Atividades propostas para o 3º Ano 185
4.3.1. Análise de dados a partir dos gráficos construídos: atividades 3º Ano do Ensino Médio 209
4.4. Proposição Avaliativa Processual e Avalição Final: Estudos das mudanças de concepções dos alunos..... 221
4.4.1. Construção de mapa conceitual: processo de elaboração 223
4.4.2. Construção de mapa conceitual: atividades 1º Ano do Ensino Médio.. 224
4.4.3. Avaliação Final: ativdades 1º Ano do Ensino Médio..... 226
4.4.4. Construção de mapa conceitual: atividades 1º Ano do Ensino Médio.. 228
4.4.5. Análise de dados a partir da avaliação aplicada aos alunos do 2º Ano Ensino Médio 231
4.5. Construção de mapa conceitual: atividades 3º Ano Ensino Médio..... 234
4.5.1. Análise de dados a partir da avaliação aplicada aos alunos do 3º Ano Ensino Médio 236
CAPITULO 5- Um pouco mais sobre o processo de mediação: Conclusões e considerações finais..... 239
Referências..... 243

Apresentação

"Uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais, existenciais. E o próprio conhecimento" (Freire, 1985, p.52).

Várias tendências de ensino e de investigação têm permeado a área de Educação Química, contribuindo para o seu desenvolvimento e para a melhoria do ensino ministrado em nossas escolas. Desde a década de 1960, o movimento de reforma curricular está em oposição ao ensino tradicional de Química, centrado na transmissão de conteúdos. O interesse pela área tem crescido, de modo que dezenas de periódicos dedicam-se exclusivamente a publicar resultados desse trabalho. As tendências de pesquisa nessa área podem ser agrupadas em períodos distintos: método da descoberta, mudança das concepções alternativas; mediação pedagógica. A partir de 1990, introduz-se a perspectiva histórico-cultural que passou a enfatizar o papel da linguagem e das interações sociais no processo de desenvolvimento cognitivo. Nessa perpectiva, o professor passa a ter um papel fundamental no processo de mediação do conhecimento; o foco de ensino deixa de ser o aluno isoladamente e se volta para interações discursivas mediadas pelo professor.

A implicação que essa última perspectiva gera para o trabalho docente é a necessidade de dar mais atenção a natureza dialógica das interações aluno-professor. Isso significa que o professor deve abrir espaço em suas aulas para dar "voz" aos alunos, permitindo-lhes expressar as suas diferentes visões de mundo, esta sim as "ferramentas" que irão auxiliá-los a contruir sua visão científica. Esse processo ocorre em sala de aula, com o professor buscando conferir significado às palavras dos alunos, numa relação interativa e dialógica em que o horizonte conceitual do aluno é contemplado, caracterizando um método de contrução do pensamento de Química e de re-elaborações da visão de mundo do aluno (Santos e Mol, 2003).

Para se atingir os objetivos propostos nesse trabalho buscou-se ancorar a pesquisa na psicologia da aprendizagem significativa com enfoque no

desenvolvimento de competências à luz da teoria construtivista e dentro deste enfoque, nos apoiamos em autores como Ausubel, Vygostsky e Jerome Bruner.

Em vista do exposto, as atividades experimentais ou não experimentais propostas, foram sempre acompanhadas de questionamentos prévios e de questões pós-experimentação a fim de avaliarmos o grau de compreensão do nosso aluno e a construção efetiva dos conhecimentos químicos.

No primeiro capítulo é feito um panorama do ensino de Ciências no Brasil, incluindo as metodologias mais comuns adotadas nos últimos anos. Abordamos também de modo suscinto o ensino de Química preconizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a nova Proposta Curricular de Química implantada no Estado em 2008.

No segundo capítulo, discute-se sobre os referenciais teóricos indicando que a mesma encontra-se ancoradada em três suportes: Teórico, Metodológico e Avaliativo (mudança das concepções dos alunos). Discute-se sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Teoria Sócio-interacionista de Vygotsky e o Currículo em Espiral de Jerome Bruner. Abordamos, também, sobre a importância de se resgatar na prática educativa os conhecimentos prévios (conhecimentos do ***senso comum***).

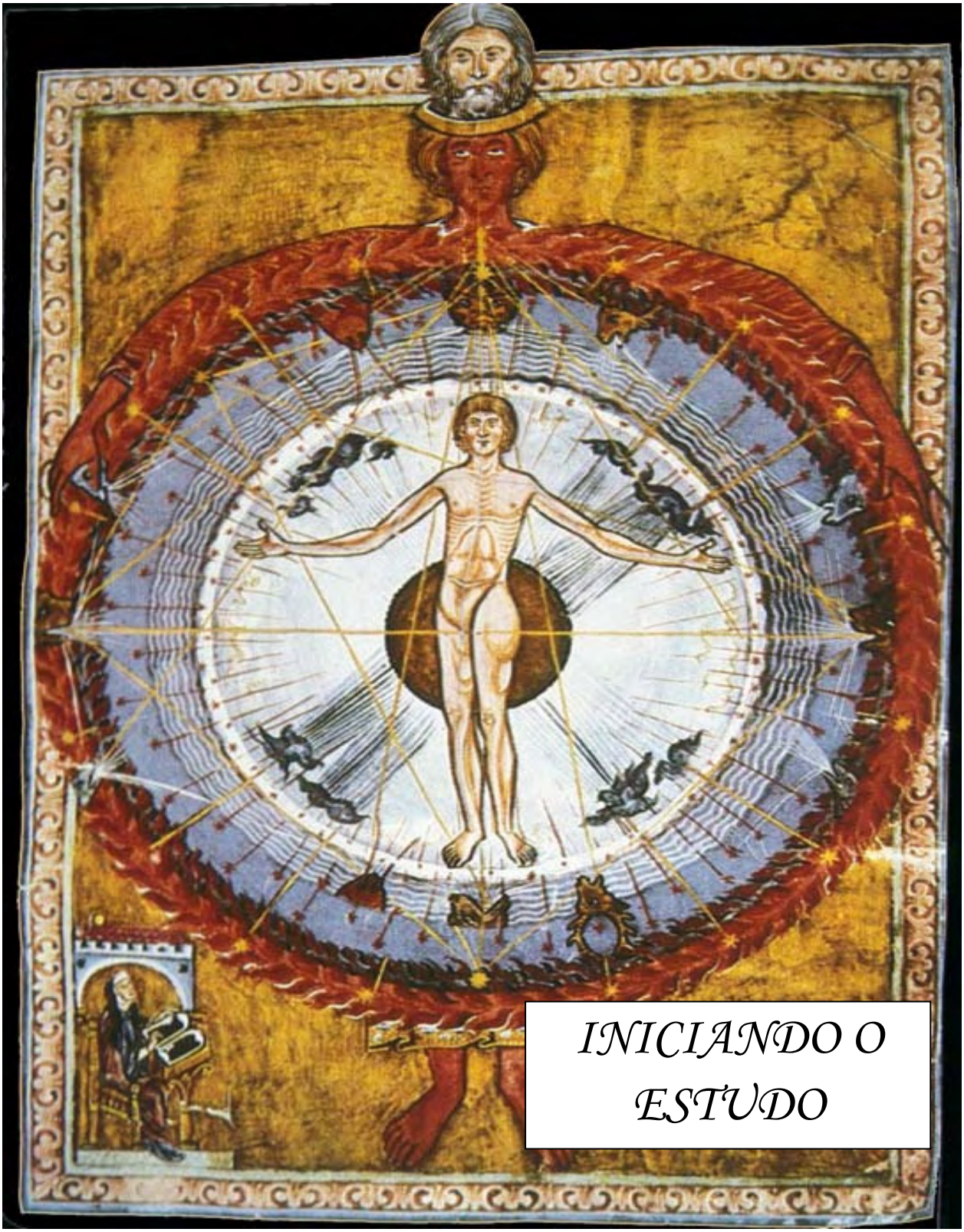
A partir do capítulo 3, descreve-se a metodologia e o desenvolvimento do trabalho, tendo como meta fornecer um suporte para que o conhecimento seja assimilado pelo aluno de forma significativa, pressupondo que o estabelecimento de relações conceituais pelos alunos é facilitada por meio da mediação do conhecimento pelo professor numa interação dialógica entre todos os envolvidos, incluindo aí os dispositivos necessários para mediação, cujo papel principal é explorar as concepções prévias dos alunos, atribuindo-lhes valor e significado.

Propõe-se uma organização metodológica que privilegie a construção do conhecimento químico via interações discursivas entre professor e alunos, alunos-alunos e alunos e dispositivos didáticos para mediação entre os conceitos prévios dos alunos e a elaboração de conceitos químicos.

Devido à grande importância dada às atividades experimentais neste trabalho, entendemos ser necessário discorrer sobre como o ensino experimental vem sendo conduzido na maioria das nossas escolas e buscar o entendimento de como a experimentação é vista dentro da concepção sócio-interacionista.

No quarto capítulo investigamos como o aluno vai organizando o seu conhecimento químico a partir da análise das respostas prévias às atividades e das respostas pós-atividades.

Finalmente, o capítulo 5 refere-se às conclusões e considerações finais do trabalho e análise de dados como indicadores da aprendizagem efetiva através dos diferentes dispositivos utilizados para mediação e elaboração de conceitos químicos. Sempre buscamos levar em conta as interações estabelecidas ao longo do processo de ensino e de aprendizagem.



INICIANDO O ESTUDO

Capítulo 1

Idéias Iniciais

1.1. Tendências de Pesquisa no Ensino de Ciências

De acordo com Santos e Mortimer (2000), as pesquisas em ensino de Ciências vêm sendo desenvolvidas desde a década de 1960, a ponto de, atualmente, dezenas de periódicos no mundo inteiro dedicarem-se exclusivamente a publicar resultados desses trabalhos. Sinteticamente, as tendências de pesquisa nessa área podem ser agrupadas em três períodos distintos, caracterizados: (1) pelo método da descoberta; (2) pela mudança das concepções alternativas; e (3) pela mediação da sala de aula pelo professor.

O primeiro período compreendido entre o final da década de 1950 e início da década de 1970, foi marcada por uma concepção positivista de ensinar Ciências pelo ***método da descoberta***. A ênfase estava em preparar o aluno para ser cientista. A proposta metodológica característica dessa fase desenvolvia o currículo com base em idéias estruturais do conhecimento científico, ou seja, a partir de processos experimentais. Cada aluno seria estimulado a elaborar teorias e leis, daí a denominação de método da descoberta. Cabia ao professor propor desafios aos alunos para que eles, agindo como cientistas, pensando e pesquisando, redescobrissem os conceitos científicos.

Moraes (1982) se coloca em relação ao Método da Descoberta argumentando que uma das formas de resumir os principais objetivos do ensino de Ciências poderia ser: “preparar indivíduos com embasamento científico, preocupados com o homem e o seu meio, com elevada competência para pensar e agir racionalmente. Uma análise cuidadosa dos métodos de ensino nos levaria, invariavelmente, a selecionar o Método da Descoberta como um dos mais adequados para a consecução desses objetivos. Isso se deve, especialmente, a que um objetivo como este não envolve apenas armazenar informações científicas (tem disso também!), mas implica, especialmente, o treino de habilidades e atitudes científicas. O Método da Descoberta, em suas diversas técnicas, baseados nos processos da Ciência,

permite, de um modo muito completo, atingir, integralmente, a este e outros objetivos básicos do ensino de Ciências".

O segundo período da pesquisa em ensino de Ciências caracterizou-se pela perspectiva construtivista. Essa tendência surgiu no final da década de 1970, predominou durante os anos 80 e continuou ainda no início da década seguinte. Entre os vários pressupostos da linha construtivista, podem-se destacar: a crença de que o conhecimento não é transmitido, mas construído pelos indivíduos e o fato de levar em conta que aquilo que o sujeito já sabe influencia na sua aprendizagem. As propostas pedagógicas que tem com o referencial metodológico o construtivismo centram as suas atividades nos alunos, buscando engajá-lo ativamente em um processo de construção do conhecimento científico, por meio de articulação de idéias estimuladas por exercícios previamente escolhidos. A organização das atividades é feita com base nas concepções dos próprios alunos. Além disso, toma-se como princípio que os alunos aprendem a partir de conceitos gerais, fazendo diferenciações progressivas até chegar a conceitos mais específicos. Ao contrário da proposta anterior da redescoberta, as atividades não são livres e sim dirigidas, de modo a conduzir o aluno a relacionar as suas concepções e o conceito cientifico estabelecido. Entre outras diversas contribuições, a proposta construtivista mostrou a falácia do antiquado modelo de transmissão de ensino, caracterizado pela memorização e repetição (Santos e Mortimer, 2000).

Por outro lado, Rego (2001) escreve sobre Vygotsky e a ***perspectiva sócio-interacionista*** da educação, mostrando que dentre as idéias de Vygotsky, está o pensamento de que as características típicas do ser humano não nascem com o indivíduo, mas resultam da interação dialética do homem e seu meio sócio-cultural. Ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio, ele transforma-se a si mesmo. Para o teórico, a cultura é parte constitutiva da natureza humana. Ele considera que a mediação dos seres humanos entre si e deles com o mundo é feita através de instrumentos técnicos e os sistemas de signos, a linguagem. Vygotsky atuou intensamente na área da Educação, contribuindo com estudos sobre o aprendizado e o desenvolvimento.

Em consonância com o pensamento de Vygotsky (1989) acreditamos que para que a aprendizagem seja significativa, o ensino e a aprendizagem devem funcionar como elos para o estabelecimento de relações entre os conteúdos, noções e conceitos, utilizando-se de múltiplos meios e diferentes estruturas motivacionais e

cognitivas. Neste contexto a experimentação, articula uma proposta de ensino mediada e investigativa. Procedimento esse que, quando realizado efetivamente, evita que a experiência aconteça de forma fragmentada, confusa ou puramente emocional. Partindo de uma situação inicial, propõe-se a formulação de questionamentos dirigidos e justificados pelo professor, que visa o levantamento dos conhecimentos prévios e a elaboração de hipóteses para o desenvolvimento de pesquisas e outros procedimentos investigativos de busca de informações e documentação. Nesta proposta, o ensino da linguagem oral e escrita, surge como uma competência a ser construída para a comunicação de idéias, transmissão de conclusões e explicações, registro de experiências e elaboração de sínteses. Ao adotar os princípios norteadores da metodologia investigativa, procuramos, ao mesmo tempo, trabalhar de maneira integrada com os conteúdos propostos nos eixos: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias apresentados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999).

De acordo com Santos e Mortimer (2000), ao final dos anos 80 e início de 1990, com a introdução da perspectiva histórico-cultural, despontou uma nova visão, que passou a enfatizar o papel da linguagem, e das interações sociais no processo de desenvolvimento cognitivo. Nessa perspectiva, o professor passa a ter um papel fundamental no processo de mediação do conhecimento: o foco do ensino deixa de ser o aluno isoladamente e se volta para as interações discursivas mediadas pelo professor.

A implicação que esta última perspectiva gera para o trabalho em sala de aula é a necessidade de dar mais atenção à natureza dialógica das interações professor e alunos. Isso significa que o professor deve abrir espaço em suas aulas para dar “voz” aos alunos, permitindo-lhes expressar as suas diferentes visões de mundo, estas sim as “ferramentas” que irão auxiliá-los a constituir sua visão científica. Esse processo ocorre em sala de aula, com o professor buscando conferir significado às palavras dos alunos, numa relação interativa e dialógica em que o horizonte conceitual do aluno é contemplado, caracterizando um método de construção do pensamento de Química e de (re) elaborações da visão de mundo do aluno.

A percepção sobre a importância da área de Ciências na escola e na formação dos alunos é relativamente recente. Basta notar como ela demorou para ser incorporada no Currículo (Quadro 1).

Quadro 1. Breve panorama do Ensino de Ciências no Brasil.

O ensino de Ciências no Brasil	
Ano	**Características**
1879	É fundada a Sociedade Positivista do Rio de Janeiro. Professores seguem o pressuposto de que o aluno descobre as relações entre os fenômenos naturais com observação e raciocínio.
1930	A Escola Nova propõe que o ensino seja amparado nos conhecimentos da Sociologia, Psicologia e Pedagogia modernas. A influência desses pensamentos não modifica a maneira tradicional de ensinar.
1950	Os livros didáticos são traduções ou versões desatualizadas de produções européias e quem leciona a disciplina são profissionais liberais. Vigora a metodologia tradicional, baseada em exposições orais.
1955	Cientistas norte-americanos e ingleses fazem reformas curriculares do Ensino Básico para incorporar o conhecimento científico ao currículo. Algumas escolas brasileiras começam a seguir a tendência.
1960	A metodologia tecnicista chega ao país defendendo a reprodução de seqüências padronizadas e de experimentos que devem ser realizados tal como os cientistas os fizeram.
1961	Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), passou a ser obrigatório o ensino de Ciências para todas as séries do Ginásio (hoje do 6º ao 9º ano).
1970	A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência critica a formação do professor em áreas específicas, como Biologia, Física e Química, e pede a criação da figura do professor de Ciências. Sem sucesso.
1971	A LDB torna obrigatório o ensino de Ciências para todas as séries do 1º Grau (hoje Ensino Fundamental). O Ministério da Educação (MEC)

	elabora um currículo único e estimula a abertura de cursos de formação.
1972	O MEC cria o Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências para desenvolver materiais didáticos e aprimorar a capacitação de professores do 2º Grau (hoje Ensino Médio).
1980	As ciências são vistas como uma construção humana não como uma verdade natural. São incluídos nas aulas temas como tecnologia, meio ambiente e saúde.
1982	Surge o modelo de mudança conceitual, que teve vida curta. Ele se baseia no princípio de que basta ensinar de maneira lógica e com demonstrações para que o aprendiz modifique idéias anteriores sobre os conteúdos.
2001	Convênio entre as Academias de Ciências do Brasil e da França implanta o programa ABC na Educação Científica – Mão na Massa para formar professores na metodologia investigativa.

Fonte: Krasilchik. São Paulo em Perspectiva, 14(1) 2000.

É de extrema importância o conhecimento da teoria que sustenta a prática, pois desse modo o professor poderá, se desejar, fazer sua opção e direcionar-se rumo a um ensino-aprendizagem realmente significativo tanto para si como para os educandos. Apresentamos abaixo (Quadro 2), de modo suscinto, um breve panorama das principais tendências metodológicas utilizadas em situações de ensino.

Quadro 2. Metodologias mais comuns nos últimos 50 anos.

METODOLOGIA	PERÍODO	FOCO	ESTRATÉGIA DE ENSINO
TRADICIONAL	Século 19 até 1950 (conteudista ou tradicional). Embora não seja considerada a mais adequada para as	Tomar contato com os conhecimentos existentes sobre determinado tema.	Aulas expositivas, sendo o professor e o livro didático as únicas fontes de informação. Incentivo à memorização de

	práticas atuais, ainda é adotada.		definições. A experimentação em laboratório serve para comprovar a teoria.
TECNICISTA	Surgiu na década de 1950 para se contrapor à concepção tradicional.	Reproduzir o método científico.	Aulas experimentais, em laboratório, com ênfase na reprodução dos passos feitos pelos cientistas.
INVESTIGATIVA	Criada por volta de 1970 mesclou algumas características das concepções anteriores e colocou o aluno no centro do aprendizado.	Resolução de problemas que exigem levantamento de hipóteses, observação, investigação, pesquisa em diversas fontes e registros ao longo de todo o processo de aprendizagem.	Apresentação de situação-problema para que o aluno mobilize seus conhecimentos e vá em busca de novos para resolvê-la. Disponibilização de várias fontes de pesquisa.

Fonte: Krasilchik. São Paulo em Perspectiva, 14(1) 2000.

1.2. O Ensino de Química, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são referência para o trabalho dos professores das diversas disciplinas e áreas do ensino fundamental e médio, tendo, como objetivo, garantir que todas as crianças e jovens brasileiros possam usufruir dos conhecimentos básicos necessários para o exercício da cidadania. Os PCN têm como função subsidiar a elaboração ou a revisão curricular dos Estados e Municípios, dialogando com as propostas e experiências já existentes, incentivando a discussão pedagógica interna das escolas e a elaboração de projetos educativos,

assim como servir de material de reflexão para a prática de professores. Mesmo apontando um conjunto de conteúdos e objetivos para as diversas disciplinas, os Parâmetros Curriculares Nacionais não são uma diretriz obrigatória. Suas propostas devem ser adaptadas à realidade de cada comunidade escolar, servindo como eixo norteador na revisão ou elaboração de propostas curriculares próprias.

De acordo com os PCNs : “O aprendizado de Química pelos alunos do Ensino Médio [...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. [...]

[...] Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança”.

“[...] a Química dá ênfase às transformações geradoras de novos materiais. Ela está presente [...] nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes.

[...] os conhecimentos químicos que permitam a utilização competente e responsável desses materiais, reconhecendo as implicações sócio-políticas, econômicas e ambientais do seu uso. Por exemplo, o desconhecimento de processos ou o uso inadequado de produtos químicos podem estar causando alterações na atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera, sem que, muitas vezes, haja consciência dos impactos por eles provocados. [...] através de intervenções dirigidas é a Química que contribui para a qualidade [...] da água que bebemos, insubstituível em sua função no monitoramento e na recuperação ambiental. O entendimento dessas transformações exige visão integrada da Química, da Física e da Biologia, recorrendo ao instrumental matemático apropriado, mostrando a necessidade das interações entre os saberes.”

Partir de temas de interesse geral, integrar conhecimentos de várias áreas, dar condições para que os alunos compreendam e se posicionem diante de problemas de interesse social, esse deve ser o objetivo do ensino de Química no Ensino Médio (Parâmetros Curriculares Nacionais, 1999).

1.3. O Ensino de Química, segundo a nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008)

A Secretaria de Educação do Estado de São Paulo implantou um projeto que visa propor um currículo para os níveis de Ensino Fundamental – Ciclo II e Médio a partir do ano de 2008. A nova Proposta Curricular pretende apoiar o trabalho realizado nas escolas estaduais e contribuir para melhoria da qualidade das aprendizagens de seus alunos. Esse processo partirá dos conhecimentos e das experiências práticas já acumulados, ou seja, da sistematização, revisão e recuperação de documentos, publicações e diagnósticos já existentes e do levantamento e análise dos resultados e projetos ou iniciativas realizados.

Este documento básico apresenta os princípios orientadores para uma escola capaz de promover as competências indispensáveis ao enfrentamento dos desafios sociais, culturais e profissionais do mundo contemporâneo.

Segundo a Proposta Curricular do Estado de São Paulo para a disciplina de Química, o que se pretende no Ensino Médio, é que o aluno tenha uma compreensão dos processos químicos em estreita relação com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, de modo a emitir juízos de valor, tomando decisões, de maneira responsável e crítica, nos níveis individual e coletivo. Para que isso ocorra, a aprendizagem de conteúdos deve estar associada às competências relacionadas a saber fazer, saber conhecer, saber ser e saber ser em sociedade. Atualmente, o ensino de química baseia-se na transmissão de informações, na aprendizagem mecânica de definições e de leis isoladas, na memorização de fórmulas e equações. Reduz-se o conhecimento químico a muitos tipos de classificações, à aplicação de regras desvinculadas de sua real compreensão. Há uma preocupação em apresentar uma grande quantidade de informações, na tentativa de se cumprir todo o conteúdo que os livros didáticos tradicionalmente abordam. Dessa maneira, torna-se difícil o envolvimento efetivo dos estudantes no processo de construção de seus próprios conhecimentos.

Segundo orientações na nova Proposta Curricular, a disciplina Química deve ser estruturada sobre o tripé: *transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos.* Considerando esse tripé, a escolha do que ensinar deve estar embasado em temas relevantes, que permitam a compreensão do mundo físico, social político e econômico, organizando o estudo a partir de fatos

mensuráveis, perceptíveis, para que os alunos possam entender as informações e os problemas em pauta, além de poderem estabelecer conexões com os saberes formais e informais que já apresentam. Somente então, as explicações que exigem abstrações devem ser introduzidas, deixando claro que não são permanentes e absolutas, mas sim provisórias e historicamente construídas pelo ser humano.

De acordo com o documento oficial do Estado de São Paulo, os conteúdos devem ser abordados de maneira que permitam o desenvolvimento de **competências** e **habilidades** relacionadas à comunicação e expressão, à compreensão e investigação e à contextualização e ação, paralelamente ao desenvolvimento do pensamento formal. As estratégias de ensino e de aprendizagem devem permitir que os alunos participem ativamente das aulas, por meio de atividades que os desafiem a pensar, a analisar situações usando conhecimentos químicos, a propor explicações, soluções e a criticar decisões construtivamente.

De acordo com Moretto (2002):

" *As habilidades estão associadas ao saber fazer*: ação física ou mental que indica a capacidade adquirida. Assim, identificar variáveis, compreender fenômenos, relacionar informações, analisar situações-problema, sintetizar,julgar, correlacionar e manipular são exemplos de habilidades. *Já as competências são um conjunto de habilidades harmonicamente desenvolvidas e que caracterizam por exemplo uma função/profissão específica*: ser arquiteto, médico ou professor de química. As habilidades devem ser desenvolvidas na busca das competências."

Para que a aprendizagem significativa seja alcançada, é necessário o envolvimento ativo dos alunos nesse processo. Essa participação efetiva requer que o professor dê voz e vez ao aluno, conhecendo o que ele pensa como enfrenta as situações-problema propostas e, num processo dialógico, o auxilie na re-elaboração de suas idéias (Proposta Curricular de Química, 2008).

Referenciais Teóricos

Capítulo 2

Referenciais teóricos

2.1. Os Suportes sócio-interacionistas e a Aprendizagem Significativa

A presente pesquisa está ancorada em três suportes: ***(a) Fundamentos teóricos, (b) Proposição metodológica para o ensino*** e ***(c) Proposição Avaliativa processual***, no decorrer do desenvolvimento dos temas e ao final, para observar a mudança de concepção dos alunos. Como suporte teórico, duas áreas do conhecimento: **conceitos pedagógicos** e **conceitos químicos**. Os conceitos pedagógicos foram selecinados da ***Teoria da Aprendizagem Significativa*** de Ausubel, o ***Sócio-interacionismo*** de Vygotsky e o ***Currículo em Espiral*** de Jerome Bruner. Os conceitos químicos foram selecionados das áreas da Química Geral e Inorgânica, Físico-química e Química Orgânica. Como suporte metodológico, a utilização de ***conceitos pedagógicos*** na elaboração de uma ***proposição metodológica*** para o ensino dos conceitos químicos, utilizando diferentes ***dispositivos didáticos*** *para* organizar o referido conceito e estabelecer a relação de mediação dialética entre o professor e o aluno, em situação de aula. Como ***proposição avaliativa processual*** foram elaboradas questões prévias à experimentação para resgatar os conhecimentos iniciais ***(conhecimentos prévios)*** dos alunos, sobre os conceitos químicos a serem trabalhados e questionamentos pós-experimentação para verificação das mudanças de concepções dos alunos. Estes dispositivos permitiram o acompanhamento do processo de ensino e de aprendizagem. Para avaliar o processo como um todo, utilizou-se os ***mapas conceituais*** para que os alunos reelaborassem o processo de aprendizagem vivenciado e questões do ENEM ***(Avaliação Final)*** para verificação da aprendizagem dos conceitos químicos.

2.2. Fundamentos Teóricos

2.2.1. A Aprendizagem Significativa de Ausubel

A Teoria de Ausubel (1976) prioriza a **Aprendizagem Cognitiva**, que é a integração do conteúdo aprendido numa edificação mental ordenada, a Estrutura Cognitiva. Essa Estrutura Cognitiva representa todo um conteúdo informacional armazenado por um indivíduo, organizado de uma certa forma em qualquer modalidade do conhecimento.

O conteúdo previamente detido pelo indivíduo representa um forte influenciador do processo de aprendizagem. Novos dados serão assimilados e armazenados na razão direta da qualidade da Estrutura Cognitiva prévia do aprendiz. Esse conhecimento anterior resultará num "ponto de ancoragem" onde as novas informações irão encontrar um modo de se integrar a aquilo que o indivíduo já conhece.

Essa experiência cognitiva porém, não influencia-se apenas unilateralmente. Apesar da estrutura prévia orientar o modo de assimilação de novos dados, estes também influenciam o conteúdo atributivo do conhecimento já armazenado, resultando numa interação evolutiva entre "novos" e "velhos" dados.

Esse processo de associação de informações interrelacionadas denomina-se ***Aprendizagem Significativa***.

De acordo com Ausubel (1976) a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Acredita na premissa de que existe uma estrutura (a estrutura cognitiva) na qual essa organização e integração se processam. Sua preocupação central é sobre como se processa a aprendizagem. O que o aluno já sabe é um forte influnciador do processo de aprendizagem. O professor precisa identificar isso para poder ensinar. Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ***ponto de ancoragem*** às novas idéias e conceitos.

O conceito de “aprendizagem significativa” é central nesse processo. Segundo Ausubel, uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, o ***subsunçor*** (facilitador)**.** A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados e assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

Em contraposição à aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e a aquela já armazenada.

De acordo com Moreira (1997), Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subseqüente. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa

Os organizadores prévios fornecem um quadro contextual no qual a pessoa vai incorporar detalhes progressivamente mais diferenciados. A diferenciação progressiva vê a aprendizagem significativa como um processo contínuo no qual adquirem significados mais abrangentes na medida em que são estabelecidas novas relações entre os conceitos.

Apesar de seu potencial em estabelecer, em um nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração, relações explícitas entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno, a estratégia dos organizadores tem um efeito na aprendizagem, mas pequeno, já que o aprendiz precisa ter algum conhecimento prévio relevante e apresentar uma predisposição para aprender.

Outro importante princípio da aprendizagem significativa é a reconciliação integradora, o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. Para facilitar esse processo, o material instrucional deve procurar integrar qualquer material novo com material anteriormente apresentado. Organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora são os três conceitos centrais da teoria da aprendizagem significativa (Waal, Telles, 2004).

Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas à retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou (Tavares, 2005).

2.2.2. O Interacionismo de Vygotsky

Na teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1989), encontramos uma visão de desenvolvimento humano baseada na idéia de um organismo ativo cujo pensamento é constituído em um ambiente histórico e cultural: a criança reconstrói internamente uma atividade externa, como resultado de processos interativos que se dão ao longo do tempo. Esta reconstrução interna é postulada por Vygotsky na lei que denominou de dupla estimulação: tudo que está no sujeito existe antes no social (interpsicologicamente) e quando é apreendido e modificado pelo sujeito e devolvido para a sociedade passa a existir no plano intrapsicológico (interno ao sujeito). A criança vai aprendendo e se modificando.

Quando, por exemplo, a criança passa a usar um conceito que aprendeu no social, só vai ampliar a sua compreensão quando o internalizar e puder pensar sobre ele. O conceito de mãe pode-nos ajudar a entender, pois evolui da mãe pessoal de cada um para o conceito mais amplo de Mãe.

Vygotsky (1989) salienta que as possibilidades que o ambiente proporciona ao indivíduo são fundamentais para que este se constitua como sujeito lúcido e consciente, capaz, por sua vez, de alterar as circunstâncias em que vive. Nesta medida, o acesso a instrumentos físicos ou simbólicos desenvolvidos em gerações precedentes é fundamental.

Ao nascer, as situações vividas vão permitindo, no universo da vida humana, interações sociais com parceiros mais experientes - adultos ou companheiros de mesma idade - que orientam o desenvolvimento do pensamento e o próprio comportamento da criança. Nesse processo de intermediação onde a linguagem, principal instrumento simbólico de representação da realidade, desempenha papel fundamental, postula-se a transformação das funções psicológicas elementares em superiores.

A função é um instrumento de pensamento. Existem funções psicológicas elementares, como a memória (orgânica, imediata), e superiores, como o raciocínio

e a atenção voluntária. O desenvolvimento da função psicológica superior (FPS) está diretamente relacionado com a mediação operada pela linguagem. É o sujeito se apropriando das coisas e transformando-as. A FPS principal é a vontade, pois possibilita a emergência de todas as outras funções (Vygotsky, Luria, Leontiev,1988).

2.2.3. O Papel da Linguagem nas Interações Sociais

A passagem das funções psicológicas elementares para as superiores ocorre, portanto, pela mediação proporcionada pela linguagem que, na abordagem vygotskiana, intervém no processo de desenvolvimento intelectual da criança desde o momento de seu nascimento; por si só, a criança não se apropria qualitativa e quantitativamente dos conhecimentos desejáveis que alcança por meio de interações profícuas com os elementos mais experientes do seu grupo social.

A linguagem do meio ambiente, que reflete uma forma de perceber o real num dado tempo e espaço, aponta o modo pelo qual a criança apreende as circunstâncias em que vive cumprindo uma dupla função: de um lado, permite a comunicação, organiza e medeia a conduta; de outro, expressa o pensamento e ressalta a importância reguladora dos fatores culturais existentes nas relações sociais.

Desta forma, o confronto das concepções iniciais de mundo da criança com aquelas apresentadas pelos parceiros de seu ambiente torna-se fundamental para a apropriação de significados diferenciados que, dialogicamente, constituirão sentidos a serem negociados.

Vygotsky (1988) estabelece uma importante distinção entre significado e sentido: aquilo que é convencionalmente estabelecido pelo social é o significado do signo lingüístico; já o sentido é o signo interpretado pelo sujeito histórico, dentro de seu tempo, espaço e contexto de vida pessoal e social.

Quando nos referimos a negociação, estamos valorizando as trocas entre os parceiros em sala de aula, pois é nas interações que tanto o conceito científico pode ser mais detalhado pelo professor, pois passa a ser mais discutido em um processo descendente, quanto os conceitos mais cotidianos dos alunos passam a ser enriquecidos e tomam um caminho mais ascendente, pois são ampliados pelo conhecimento científico, elaborado historicamente.

Quando a linguagem se dirige aos outros, o pensamento torna-se passível de partilha. Essa acessibilidade do pensamento manifesta-se, pois, na e pela linguagem, expressando, ao mesmo tempo, muitos outros aspectos da personalidade do sujeito. A fala, uma das formas de linguagem através da qual os significados sociais são compreendidos e acordados, encontra-se permeada por expressões afetivas que se tornam igualmente alvo das interações: preferências, antagonismos, concordâncias, simpatias e antipatias. A ação e a fala unem-se na coordenação de várias habilidades, entre elas o pensamento discursivo.

Observa-se, então, a objetivação dos sentidos, os quais dão aos signos um caráter mais pessoal e valorativo, permitindo ao sujeito articulações internas que requerem negociações para alcançar significados. Assim, Vygotsky (1988) faz do significado das palavras a unidade de análise de suas pesquisas sobre atividade instrumental, onde o principal instrumento simbólico é a linguagem.

Para ele, a palavra, sendo um microcosmo da consciência, contém em seu significado a possibilidade de analisar as relações entre pensamento e linguagem. A unidade mínima do pensamento e da linguagem é o significado da palavra, ou seja, é no significado que o pensamento e a fala se unem, criando condições para o desenvolvimento do pensamento lingüístico e da fala intelectual (Vygotsky, L.S., 1989).

Bruner (2006) por sua vez, coloca a linguagem no centro do palco na consideração da natureza do desenvolvimento intelectual.

> " O que eu disse sugere que o crescimento mental, em grande parte, é dependente do crescimento exterior – o domínio de técnicas que estão incorporadas na cultura e que são passadas por meio do diálogo pelos agentes da cultura. Isso se torna, notavelmente, o caso em que a linguagem e o sistema simbólico de cultura estão envolvidos. Para isso há uma multidão de modelos disponíveis na cultura para modelar usos simbólicos – mentores de todas as formas e condições. Eu suspeito que muito do crescimento se inicia ao nosso redor, em nossos próprios traços; e a recodificação em novas formas, com o auxílio de adultos tutores. Nós temos feito ou visto, então passar para novos modos de organização com os novos produtos que se formaram dessas recodificações (Bruner, 2006)".

2.2.4. Interação: Diálogo com Parceiros Mais Experientes

Adultos e crianças, professores e alunos podem conferir às palavras significado e sentidos diferentes. Desta forma, os sujeitos mais experientes, ao

interagirem com as crianças, estimulam-nas não só na apropriação da linguagem, como também na sua expansão, possibilitando, assim, a elaboração de sentidos particularizados, que dependem da vivência infantil e da obtenção de significados mais objetivos e abrangentes.

As interações sociais na perspectiva sócio-histórica permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais. Assim, a interação de membros mais experientes com menos experientes de uma dada cultura é parte essencial da abordagem vygotskiana, especialmente quando vinculada ao conceito de internalização: é ao longo do processo interativo que as crianças aprendem como abordar e resolver problemas variados. É por meio do processo de internalização que as crianças começam a desempenhar suas atividades sob orientação e guia de outros e, paulatinamente, aprendem a resolvê-las de forma independente.

O processo de internalização pode ser entendido como:

"(...) a reconstrução interna de uma operação externa, onde uma série de transformações se processam:

a) uma operação que inicialmente representa uma atividade externa reconstruída e começa a ocorrer internamente.

b) um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal.

c) a transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento."

Vygotsky, ao desenvolver sua teoria, parece não ter pretendido criar um modelo simples e linear de transmissão da experiência cultural do adulto para a criança. O pensamento aparece como diálogo consigo mesmo e o raciocínio como uma argumentação metacognitiva; a atividade mental não é nem pode ser mera cópia do diálogo adulto/criança, posto que esta última participa ativamente da interação: a internalização transforma o próprio processo e muda sua estrutura e funções. Desta forma, a internalização não pode ser entendida como adoção passiva do conhecimento previamente apresentado à criança pelo adulto. Antes, é um processo de reconstrução mental do funcionamento interpsicológico.

O processo de internalização, com todas as suas particularidades, caracteriza-se como uma aquisição social onde, partindo do socialmente dado,

processamos opções que são feitas de acordo com nossas vivências e possibilidades de troca e interação (Vygotsky, L.S., 1989).

2.2.5. Interações em Sala de Aula: Trabalhando na Zona de Desenvolvimento Proximal

O ponto de partida desta nossa reflexão encontra-se no grande valor que a teoria vygotskiana dá ao processo de interação e, em nosso caso específico, como educadores, às intervenções pedagógicas e ao ensino na construção do conhecimento. Aqui é fundamental discutirmos um pouco a noção de **Zona de Desenvolvimento Proximal**, que fornece subsídios para reforçar o papel de desafiador que o professor deve exercer em seu trabalho com os alunos.

Diante de situações em que precisa manipular conceitos e realidades que já conhece para chegar a saberes até então ignorados, o aluno sugere respostas e chega a resultados que lhe permitem alcançar novos níveis de conhecimento, informação e raciocínio. Estamos frisando que, para Vygotsky, é na interação entre as pessoas que em primeiro lugar se constrói o conhecimento que depois será intrapessoal, ou seja, será partilhado pelo grupo junto ao qual tal conhecimento foi conquistado ou construído.

Quando nos referimos ao valor das interações em sala de aula, é importante pensarmos que este referencial não compactua com a idéia de classes socialmente homogêneas, onde uma determinada classe social organiza o sistema educacional de forma a reproduzir seu domínio social e sua visão de mundo. Também não aceitamos a idéia da sala de aula arrumada, onde todos devem ouvir uma só pessoa transmitindo informações que são acumuladas nos cadernos dos alunos de forma a reproduzir um determinado saber eleito como importante e fundamental para a vida de todos. Aliás, afirme-se, consideramos tais concepções de ensino complementares, na medida em que privilegiam os aspectos educacionais selecionados por grupos que exercem poder político e econômico sem qualquer contato com as reais necessidades da maior parte da população.

Quando imaginamos uma sala de aula em um processo interativo, estamos acreditando que todos terão possibilidade de falar, levantar suas hipóteses e, nas negociações, chegar a conclusões que ajudem o aluno a se perceber parte de um processo dinâmico de construção.

Não estamos nos referindo a uma sala de aula onde cada um faz o que quer, mas onde o professor seja o articulador dos conhecimentos e todos se tornem parceiros de uma grande construção, pois ao valorizarmos as parcerias estamos mobilizando a classe para pensar conjuntamente e não para esperar que uma única pessoa tenha todas as respostas para tudo.

Ao valorizarmos as interações, não estamos esquecendo que a sala de aula tem papéis que precisam estar bem-definidos, mas também queremos reforçar que estes papéis não estão rigidamente constituídos, ou seja, o professor vai, sim, ensinar o seu aluno, mas este poderá aprender também com os colegas mais experientes ou que tiverem vivências diferenciadas. Ao professor caberá, ao longo do processo, aglutinar todas as questões que apareceram e sistematizá-las de forma a garantir o domínio de novos conhecimentos por todos os seus alunos.

Radicalizamos o argumento em favor da interação porque acreditamos que o Homem se constitui enquanto tal no confronto com as diferenças e um dos laboratórios privilegiados para isso é a escola, onde somos reunidos com diferentes realidades e, no conjunto de tantas vozes, acabamos por acordar significados para determinadas coisas que na individualidade de cada um podem ter diversos sentidos (Vygotsky, Luria,Leontiev, 1988).

2.2.6. O Professor Mediador

A organização do trabalho docente nesta perspectiva é diferente a partir do momento em que estamos apontando que é possível construir relações válidas e importantes em sala de aula; cada um tem o seu lugar neste processo, e o aluno é alguém com quem o professor pode e deve contar, resgatando a sua auto-estima e capacidade de aprender. Valores e desejos estão sempre permeando as relações entre as pessoas; ao conseguirmos não marcar as relações com preconceitos que mascaram todas as possibilidades de conhecimento real, estaremos abrindo um campo interativo entre nosso aluno e todo o grupo que o rodeia.

A apropriação da cultura pelo indivíduo não acontece de forma passiva: este, ao receber do meio social o significado convencional de um determinado conceito, interioriza-o e promove, nele, uma síntese pessoal. Esta, por sua vez, ocasiona transformações na própria forma de pensar. É, portanto, com outros sujeitos humanos que maneiras diversificadas de pensar são construídas, via

apropriação/internalização do saber e do fazer da comunidade em que o sujeito se insere.

Ora, a aprendizagem desenvolvida na escola é uma fonte importante de expansão conceitual. Afinal, a escola é um ambiente privilegiado, ou pelo menos deveria ser, para fornecer o suporte necessário a ricas e profundas interações com o conhecimento socialmente elaborado. Nas interações criança-criança e professor-crianças, a negociação de significados favorece a passagem do conhecimento espontâneo para o científico, possibilitando aos alunos não só a apropriação do legado cultural, a construção das funções psicológicas superiores e a elaboração de valores que possibilitam um novo olhar sobre o meio físico e social, como também sua análise e eventual transformação.

Entende-se por conceitos espontâneos aqueles que as crianças constroem sozinhas em suas relações cotidianas, sendo, portanto, concretos e assistemáticos.

Ao adentrar o espaço escolar, espera-se que este possibilite ao conceito espontâneo adquirir nova significação, ou seja, que permita sua inserção em um sistema conceitual abstrato, com diferentes graus de generalidade, características que definem o conceito científico.

O desenvolvimento de um sistema de conceitos e a mediação desses conceitos envolve um tipo de aprendizagem na qual as funções psicológicas superiores se constroem e se desenvolvem. Assim, a apropriação de conceitos científicos começa com procedimentos analíticos e não com experiências concretas. A aprendizagem dos conceitos científicos adquiridos via mediação cultural, que se dá na e pela interação com professores e colegas, apóia-se em um conjunto previamente desenvolvido de conhecimentos originários das experiências diárias da criança.

Esse conhecimento, espontaneamente adquirido, passa a ser o mediador da aprendizagem de novos saberes.

A articulação do conceito espontâneo com o conceito científico possibilita, segundo entendemos da interpretação vygotskiana, um tipo de percepção mais generalizante, conscientizando a criança de seus processos mentais e impulsionando o seu desenvolvimento (Vygotsky, L.S.;Luria, A.R.;Leontiev, A.N, 1988).

> *"Pode-se remontar a origem de um conceito espontâneo a um confronto com uma situação concreta, ao passo que um conceito*

> *científico envolve, desde o início, uma atitude mediada em relação a seu objeto. Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções opostas, os dois processos estão intimamente relacionados. É preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato (Vygotsky, 1989)."*

É de central importância a transição dos conceitos espontâneos para os conceitos científicos. Decorre daí o fato de a proposta sociointeracionista atribuir ao papel do professor uma grande importância. Cabe a ele promover a articulação dos conceitos espontâneos da criança com os científicos veiculados na escola, de tal forma que, de um lado, os conceitos espontâneos possam inserir-se em uma visão mais abrangente do real, própria do conceito científico, e, de outro lado, os conceitos científicos tornem-se mais concretos, apoiando-se nos conceitos espontâneos gerados na própria vivência da criança. Criam-se, assim, novas condições para que os alunos compreendam de forma mais ampla a realidade.

O professor em sala de aula instrui, explica, informa, questiona e corrige o aluno, fazendo-o explicitar seus conceitos espontâneos. A ajuda do adulto permite à criança resolver mais cedo os problemas complexos que não poderia enfrentar se fosse deixada à mercê da vida cotidiana. Assim, as experiências das crianças, mais notadamente as que se dão de forma sistemática no mundo escolar, parecem implicar mais desenvolvimento e maior conhecimento sobre a realidade física e social.

Conseqüentemente, a intervenção das pessoas mais experientes na vida das crianças, criando-lhes espaços diferenciados de interlocução, parece ser fundamental para o desenvolvimento e a constituição de seu modo de ser social.

Para o sóciointeracionismo, o desenvolvimento se produz não apenas por meio da soma de experiências, mas, e, sobretudo, nas vivências das diferenças. O aluno aprende imitando, concordando, fazendo oposição, estabelecendo analogias, internalizando símbolos e significados, tudo isto num ambiente social e historicamente localizado.

As relações estabelecidas no ambiente escolar passam pelos aspectos emocionais, intelectuais e sociais e encontram na escola um local provocador destas interações nas vivências interpessoais. A escola caracteriza-se como um dos

primeiros locais que deveriam garantir a reflexão sobre a realidade e a iniciação da sistematização do conhecimento socialmente construído.

Estabelecendo um palco de negociações, os alunos podem vivenciar conflitos e discordâncias buscando acordos sempre mediados por outros parceiros.

É fundamental destacarmos que importante no processo interativo não é a figura do professor ou do aluno, mas o campo interativo criado. A interação está entre as pessoas e é neste espaço hipotético que acontecem as transformações e se estabelece o que consideramos fundamental neste processo: as ações partilhadas, onde a construção do conhecimento se dá de forma conjunta. O importante é perceber que tanto o papel do professor como o do aluno são olhados não como momentos de ações isoladas, mas como momentos convergentes entre si, e que todo o desencadear de discussões e de trocas colabora para que se alcancem os objetivos traçados nos planejamentos de cada série ou curso.

Concebendo a escola como o lugar onde ocorre a apropriação e a sistematização do conhecimento e onde a aprendizagem deve estar sempre presente, estamos olhando aqui as interações em um contexto específico – o processo ensino-aprendizagem. A sala de aula é como nos referimos anteriormente, um laboratório, no qual o processo discursivo ocorre pelas negociações e conflitos que aparecem perante o novo, perante aquilo que não se conhece ou não se domina totalmente e que apresentamos aos alunos de maneira problematizadora.

Quando motivados, nossos alunos entram no "canal interativo", envolvem-se nas discussões, sentem-se estimulados e querem participar, pois internamente estão mobilizados por estratégias externas - ferramentas sedutoras que o professor deve usar para mobilizar sua classe. Quando falamos em ferramentas externas, referimo-nos aos instrumentos físicos que não precisam ser algo extremamente sofisticado - basta que façam parte da criatividade do professor. Temos profissionais que com algumas sucatas ou materiais disponíveis em sua realidade conseguem envolver e transformar os seus alunos. O mundo do conhecimento está muito além do computador ou de ferramentas tecnologicamente sofisticadas; elas nos ajudam sem dúvida, mas não conseguem criar, sozinhas, os necessários campos interativos. Cabe ao professor transformar tecnologia em aula socialmente construtiva, sucata em "material de ponta", conhecimento espontâneo em conhecimento científico, mundo encoberto em mundo revelado, e tudo o mais que proporcione o reconhecimento e o encantamento com a vida pessoal e a vida social dos grupos

refletidos na sala de aula por meio da presença dos alunos e mesmo do professor que, de repente, descobre sua própria vida em meio à vida de seus alunos (Martins, 2008).

2.2.7. O Currículo em Espiral de Jerome Bruner

Um aspecto relevante na Teoria de Bruner é que o aprendizado é um processo ativo, na qual aprendizes constroem novas idéias, ou conceitos, baseados em seus conceitos passados e atuais. O aprendiz seleciona e transforma a informação, constrói hipóteses e toma decisões, contando para isto, com sua estrutura cognitiva (esquemas, modelos mentais) fornece significado e organização para as experiências e permite ao indivíduo "ir além da informação dada", em decorrência, acredita que a aprendizagem é um processo que ocorre internamente, e não um produto direto do ambiente, das pessoas ou de fatores externos àquele que aprende, mas, sem esquecer-se dos aspectos sociais e culturais do aprendizado.

A teoria construtivista de Bruner é uma estrutura geral para a instrução, baseada no estudo da cognição. Muito da teoria está ligada à pesquisa do desenvolvimento infantil (especialmente Piaget).

A aprendizagem consiste essencialmente na categorização (que ocorre para simplificar a interação com a realidade e facilitar a ação). A categorização está estreitamente relacionada com processos tais como: a seleção de informação, geração de proposições, simplificação, tomada de decisões e construção e verificação de hipóteses. O aluno interage com a realidade organizando as informações segundo suas próprias categorias, possivelmente criando novas ou modificando as pré-existentes. As categorias determinam diferentes conceitos. Por tudo isso que a aprendizagem é um processo ativo, de associação e construção. Outra conseqüência é que a estrutura cognitiva prévia do aluno (seus modelos mentais e esquemas) é um fator essencial na aprendizagem. Esta estrutura cognitiva prévia dá significação e organização à suas experiências e permite ir mais além da informação dada, já que para integrá-la à sua estrutura deve aprofundá-la e contextualizá-la.

A teoria ou método de Bruner pressupõe: estruturação das matérias de ensino, seqüência de apresentação das matérias, motivação (predisposição para

aprender), reforço. Exige um tipo de professor com profundos conhecimentos do conteúdo das matérias de ensino. Esses pressupostos sobre os quais fundamenta sua teoria acabam sendo propícios á memorização e transferência dessa memorização, pois o aluno satisfeitas essas condições, transfere a aprendizagem para uma nova situação. Currículo em espiral: o currículo deve organizar-se de forma espiral, isto é, trabalhar de forma periódica os mesmos conteúdos, cada vez com maior profundidade. Isto para que o aluno continuamente modifique as representações mentais que já esteja construindo

De acordo com Bruner (2006), os novos modelos são formados em sistemas de representação potentes e crescentes. De acordo com o autor isso leva a pensar que o coração do processo educacional consiste em dar auxílios e diálogos a fim de traduzir experiências em sistemas mais potentes de notação e ordenação.

> "Um currículo deve envolver o domínio das habilidades, que, por sua vez, levam ao domínio de habilidades ainda mais complexas, ao estabelecimento de sequências de auto-recompensa. É claro que isso pode ser feito em matemáticas e ciências, mas também é o caso em que a leitura de poesia simples traz a possibilidade de entender poesias ainda mais complexas, ou a leitura de um poema faz que o próximo seja lido de forma recompensadora. A recompensa de um entendimento profundo é a atração mais robusta em relação ao esforço do que nós percebemos até o momento. A conseqüência dessa conclusão (que eu encorajei anteriormente) é que há uma versão de que qualquer habilidade ou conhecimento pode ser transmitido em qualquer idade em que se deseje iniciar o aprendizado – a despeito de haver uma versão preparatória. A escolha da primeira versão é baseada no que se espera acumular. A profundidade e a riqueza dessa compreensão precoce é novamente a fonte de recompensa do trabalho intelectual (Bruner, 2006)".

2.2.8. A importância dos conhecimentos prévios

. Segundo Vasnizi, a Teoria da Aprendizagem Significativa nos auxilia no entendimento do processo de aquisição do conhecimento e a importância dos ***conhecimentos prévios*** dos alunos na mediação em sala de aula e no papel do professor no desenvolvimento das competências necessárias para a autonomia do aprender a aprender (Vasnizi, 2006).

Na interação que o aluno estabelece com o professor, com outros alunos e com o conhecimento, é que ele vai compondo e ampliando seu repertório de significados. O aluno não é um simples receptor de estímulos e informações: tem um papel ativo ao selecionar, assimilar, processar, interceptar, conferir significados, construindo ele próprio o seu conhecimento.

As novas aquisições ocorrem quando combinamos o que já conhecemos com o novo, isto é, cada nova aprendizagem acontece a partir de conceitos idéias, representações e conhecimentos apropriados com experiências anteriores, numa relação de continuidade e/ou ruptura. Às vezes a nova informação amplia o conhecimento anterior, mas outras vezes, provoca um desequilíbrio, levando-nos a reformular idéias anteriores, superando-as por uma visão nova e diferente.

Assim, aprender não consiste apenas em somar informações: ao mesmo tempo em que estamos aprendendo reformulamos nosso mecanismo de aprendizagem, para dar origem a um novo conhecimento.

É fundamental que o professor esteja atento à importância da interação, pois é o responsável pela condução da aprendizagem em sala de aula e deve administrar os fatores que influenciam na aprendizagem e na capacidade de aprender: a motivação, o significado, a vivência do que está sendo aprendido; a promoção da auto-estima do aluno e o retorno sobre seu desempenho. Sabemos que o aluno motivado aprende com facilidade.

O aluno só tem motivação para aprender o que tem significado para ele. A aprendizagem será tanto mais significativa quanto mais relações o aluno conseguir estabelecer com o seu cotidiano, com suas experiências anteriores e com sua própria organização do conhecimento.

Assim, cabe ao professor, organizar os conteúdos a serem desenvolvidos levando em conta os conhecimentos anteriores, seguindo uma seqüência, facilita a aprendizagem, pois permite ao aluno estabelecer relações dentro de cada tema e entre os temas.

A aprendizagem é mais fácil e duradoura, também, quando o que está sendo aprendido é vivenciado, pois vivenciar uma situação de aprendizagem é mobilizar ação e comunicação, pensamento e linguagem (Vasnizi, 2006).

Ainda sobre conhecimentos prévios, Tiba sugere: “para aprender, é preciso receber informação e digeri-la em pedaços compreensíveis, a ser incorporado ao corpo do conhecimento existente” (Tiba, 1996).

Como discutido anteriormente, para Ausubel (1976) a aprendizagem mecânica se diferencia muito da aprendizagem significativa. A aprendizagem mecânica (automática) é definida como àquela em que as novas informações são aprendidas sem interagir com os conceitos relevantes da estrutura cognitiva do

aluno, sendo assim, essas informações não se ligam aos ***conceitos subsunçores*** específicos, sendo, portanto, assimiladas de forma arbitrária e literal.

Pode-se dizer que a aprendizagem é significativa, quando ocorre um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aluno, de maneira não literal e não arbitrária (por acaso). Nesse processo a nova informação irá interagir com um determinado conhecimento específico, o qual é denominado ***conceito subsunçor*** ou ***subsunçor***, porque já existe na estrutura cognitiva do aluno.

Subsunçor é, portanto, um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno, tendo capacidade de funcionar como um "amparo", "suporte", "âncora" à nova informação de tal forma que ela adquira um significado para o indivíduo (Ausubel, Novak, 1980).

2.2.9. O trabalho a partir das representações dos alunos

Segundo Perrenoud (2000), a escola não constrói a partir do zero, nem o aprendiz é uma tabula rasa, uma mente vazia; ele sabe, ao contrário, "muitas coisas", questionou-se e assimilou ou elaborou respostas que o satisfazem provisoriamente. Por causa disso, muitas vezes, o ensino choca-se de frente com as *concepções dos aprendizes.*

A didática das Ciências mostrou que não é possível livrar-se tão facilmente das concepções prévias dos aprendizes. Elas fazem parte de um *sistema de representações* que tem sua coerência e suas funções de explicação do mundo e que se reconstitui sub-repticiamente, a despeito das demonstrações irrefutáveis e dos desmentidos formais feitos pelo professor. Até mesmo ao final dos estudos universitários, os estudantes retornam ao senso comum quando estão às voltas, fora do contexto da aula ou do laboratório, com um problema de forças, de calor, de reação química, de respiração ou de contágio. Tudo se passa como se o ensino teórico expulsasse, na hora da aula e do exame, uma "naturalidade" prestes a reaparecer a todo vapor nos outros contextos.

De acordo com Rosso e Sobrinho (1997), o **senso comum**, por apoiar-se predominantemente em interpretações subjetivas e pessoais, num confronto mais sério, mostra-se mais limitado por ser pessoal e localmente situado. A sua lógica e organização estão subordinadas mais aos caracteres de natureza perceptiva. Assim,

do ponto de vista epistemológico, se caracteriza por ser empírico, isto é, imagina que os dados percebidos e retirados do ambiente e/ou fornecidos pela vivência pessoal ou sensorial se sobrepõem aos provenientes da reflexão (Piaget, 1978).

O conhecimento científico difere do senso comum por resultar de um processo reflexivo que só adquire validade após passar pelo crivo de uma comunidade de especialistas no assunto. Ao contrário do senso comum, o conhecimento científico não é de ordem privada ou subjetiva, pois é compartilhado, explicitado e divulgado por uma comunidade que lhe confere universalidade e estruturação coerente, tornando-o público. Epsitemológicamente, se diferencia do senso comum por resultar de uma construção em que busca o equilíbrio entre a reflexão e a percepção. O conhecimento científico também contempla a percepção, mas o seu valor vem do que a reflexão acrescenta à percepção, não o seu oposto.

O senso comum tem sua validade como conhecimento capaz de orientar grupos e classes no que diz respeito à ordem de valores, ideologias e até mesmo plasmar estratégias na luta pela sobrevivência. Estas são atividades que a ciência também desenvolve, mas a amplitude e a validade delas seguem parâmetros diferentes, uma vez que não se restringem às situações locais e/ou cotidianas. Daí também se entende que as distorções presentes no processo científico atingem proporções mais amplas do que os erros presentes no senso comum. Sobre o estudo das diversas representações, Teodoro (2000) mostra que existem muitos termos usados pelos pesquisadores no Ensino de Ciências para fazer referência às idéias previamente concebidas pelos alunos e que são posteriormente trazidas para a sala de aula. Dentre os termos, pode-se citar: “conceitos intuitivos”, “concepções espontâneas”, “idéias ingênuas”, “concepções prévias”, “pré-conceitos”, “idéias de senso comum” e “concepções alternativas”.

Saviani (1994) nos oferece algumas definições dos saberes escolares em relação com outros saberes: *saber sistematizado*, elaborado, não espontâneo (científico, teórico, metódico, rigoroso), *saber crítico, reflexivo, erudito* (“saber sábio”), os que integram o acervo cultural organizado. De outro lado, saber espontâneo, comum, habitual, ordinário, do cotidiano, ingênuo, contemplativo, pré-científico, enfim os que interam o chamado *senso comum.*

Santos (1989) define o senso comum como um conjunto de informações e interpretações que os indivíduos “comuns” adquirem com a experiência devida, procurando dar respostas às questões e necessidades de seu mundo, uma vez que

não detendo o conhecimento científico, buscam resolver seus problemas cotidianos sem a ajuda das construções racionais e metódicas da ciência, sem os instrumentos que a ciência desenvolveu para que se atinja uma melhor compreensão do mundo. Para a ciência, contudo, trata-se de um "conhecimento vulgar", de uma "sociologia espontânea", com a qual é preciso romper para que se torne possível o conhecimento científico, racional e válido.

Driver (1989) comenta que os alunos já chegam às aulas de Ciências com concepções prévias que "podem diferir substancialmente das idéias a serem ensinadas", a ponto de influenciarem na aprendizagem ou mesmo oferecerem resistência à mudanças.

Libâneo (1995) faz a seguinte colocação: " conteúdos de ensino englobam um conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e a aplicação pelos alunos na sua prática de vida, além de englobarem os conceitos, as idéias, os fatos, valores, convicções e atitudes".

O que vale para as ciências manifesta-se em todas as áreas em que a ocasião e a necessidade de compreender não esperaram que o assunto fosse tratado na escola. Trabalhar a partir das representações dos alunos não consiste em fazê-las expressarem-se, para desvalorizá-las imediatamente. O importante é dar-lhes *regularmente* direitos na aula, interessar-se por elas, tentar compreender suas raízes e sua forma de coerência, não se surpreender se elas surgirem novamente, quando as julgávamos ultrapassadas. Para isso, deve-se abrir um espaço de discussão, não censurar imediatamente as analogias falaciosas, as explicações animistas ou antropomórficas e os raciocínios espontâneos, sob pretexto de que levam a conclusões errôneas.

O professor que trabalha a partir das representações dos alunos tenta reencontrar a memória do tempo em que ainda não sabia, *colocar-se no lugar dos aprendizes*, lembrar de que, se não compreendem, não é por falta de vontade, mas porque o que é evidente para o especialista parece opaco e arbitrário para os aprendizes.

Resta trabalhar a partir das concepções dos alunos, dialogar com eles, fazer com que sejam avaliadas para aproximá-las dos conhecimentos científicos a serem ensinados. A competência do professor é, então, essencialmente *didática.* Ajuda-o a fundamentar-se nas representações prévias dos alunos, sem se fechar nelas, a

encontrar um ponto de entrada em seu sistema cognitivo, uma maneira de desestabilizá-los *apenas o suficiente* para levá-los a restabelecerem o equilíbrio, incorporando novos elementos às representações existentes, reorganizando-as se necessário (Perrenoud, 2000).

2.2.10. Algumas considerações sobre mediação pedagógica

Segundo Carvalho (1999), o professor é um orientador da tarefa, onde atividades e estratégias propiciam o exercício metacognitivo. Questões e problemas abertos, demonstrações investigativas e textos levam a esse caminho. A tarefa docente é realizar um trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação permanente e realizar a metacognição sobre o seu trabalho. Através da interação professor-aluno e da apresentação do problema são estabelecidas condições para que os alunos passem da linguagem coloquial para linguagem científica.

Um dos eixos das mudanças na educação passa pela sua transformação em um processo de comunicação autêntica e aberta entre professores e alunos, principalmente, incluindo também administradores, funcionários e a comunidade, notadamente os pais. Só vale a pena ser educador dentro de um contexto comunicacional participativo, interativo, vivencial. Só aprendemos profundamente dentro deste contexto. Não vale a pena ensinar dentro de estruturas autoritárias e ensinar de forma autoritária. Aprendemos quando interagimos com os outros e o mundo e depois, quando interiorizamos, quando nos voltamos para dentro, fazendo a nossa própria síntese, nosso reencontro do mundo exterior com a nossa reelaboração pessoal. Um dos grandes desafios para o educador é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações verdadeiramente importantes entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda e torná-las parte do nosso referencial. Aprendemos melhor quando vivenciamos, experimentamos, sentimos. Aprendemos quando relacionamos, estabelecendo vínculos, laços, entre o que estava solto, caótico, disperso, integrando-o em um novo contexto, dando-lhe significado, encontrando um novo sentido (Moran, Masetto, Behrens, 2000).

Segundo Bernardelli, uma boa parte dos alunos que entra no Ensino Médio traz consigo uma Química rotulada como “difícil e complicada”, e o professor como mediador da aprendizagem, tem a função de cativar esses alunos para que essa

rotulação seja banida. Para tanto, ele deve relacioná-las às necessidades básicas do ser humano como: alimentação, saúde, moradia, transporte e outros, nos quais os conceitos químicos estão implícitos (Bernardelli, 2004).

Vasnizi (2006) em sua dissertação cita Feuerstein, autor este que vê a mediação como um ato de interação entre mediador e um mediado. No esquema proposto por Feuerstein (figura 1), o mediador (H) aparece em dois momentos: primeiramente entre o símbolo (S) e o organismo (O) e a resposta (R) . O H representa não só o mediador, mas também o processo de transmissão que ele realiza. Por esse esquema, o desenvolvimento cognitivo do mediado não resulta somente do processo de interação independente e autônomo com o mundo dos objetos: é o resultado combinado da exposição direta ao mundo e da experiência de aprendizagem mediada.

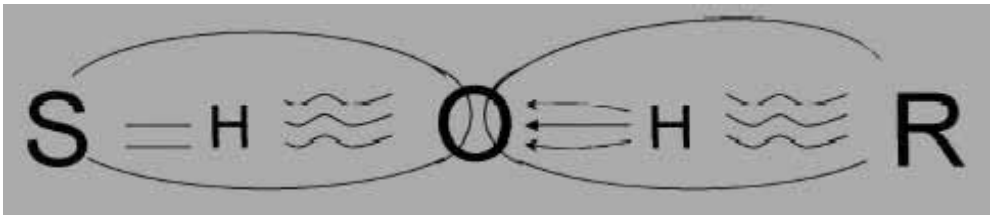


Figura 1. Esquema de mediação pedagógica proposto por Feurstein.

Ao analisarmos a figura podemos inferir que as atividades experimentais também podem ser o mediador do processo de aprendizagem, que a partir de sua análise e manipulação o aluno observa, faz previsões, elabora hipóteses que poderão ser corroboradas ou não, podendo assim, mobilizar suas funções cognitivas (Vasnizi, 2006).

De acordo com Souza, “o mediador seleciona, assinala, organiza e planeja o aparecimento do estímulo, de acordo com a situação estabelecida por ele e com a meta de interação desejada. Pela mediação, o mediado adquire os pré-requisitos cognitivos necessários para aprender, beneficiar-se da experiência e conseguir modificar-se. Dessa maneira, a aprendizagem mediada, caracteriza-se como um processo intencional e planejado” (Souza, 2004).

A teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural considera que todos são capazes de se modificar, independente de fatores etários, genéticos ou sócio-culturais. Essa modificação não ocorre por acaso; para que ocorra é necessária a interação entre as pessoas. É aí que surge o mediador que selecionará os estímulos que permitam ao mediado uma compreensão do mundo. “Nesta perspectiva, a

modificabilidade deve ser cognitiva e estrutural, considerando-se a mente como uma estrutura em que cada parte tem relação com a outra. No processo cognitivo, ao mexer-se uma parte, todas as outras serão influenciadas (Souza, 2004)".

Arnoni (2007) entende que o processo educativo é constituído de mediações não podendo haver educação sem que haja ***mediação.*** Segundo a autora, se houver mediação deverão existir dois termos opostos e não antagônicos um que está no plano do imediato e outro no do mediato. Desse modo, quem está no plano do imediato é o aluno e do mediato o professor, não havendo uma relação hierarquizada de um sobre o outro. Nas palavras da autora:

> "Os alunos vivem no plano do imediato porque estão mergulhados no cotidiano e, na maior parte dos casos, permaneceriam neles não fosse pela relação educativa. Para todos os alunos, é difícil superar o cotidiano, o imediato, afinal este é um âmbito da vida que eles já conhecem e no qual, normalmente, são bem sucedidos. Cabe ao professor fazer com que eles superem o plano do imediato no do mediato, ou seja, tenha acesso ao conhecimento produzido, historicamente, pela sociedade. Na aula, os alunos também se encontram no imediato, pois dificilmente eles sabem como a aula ocorrerá. O professor, por outro lado, deve ter clareza do que vai ensinar naquela aula. Quando o professor não sabe o que desenvolver na aula, tanto o professor quanto os alunos permanecem no plano do imediato e a aula fica restrita à solução de problemas comportamentais e disciplinares (Arnoni, 2007)".

Bruner (2006), na sua ***Teoria da Instrução*** coloca a importância da natureza dialógica entre um tutor mais experiente e o aprendiz para o crescimento intelectual. Segundo o autor, o *crescimento se caracteriza pela elevação da independência da resposta em relação à natureza imediata do estímulo*, o que é conseguido pelo processo da mediação. Alguns processos de mediação necessitam de uma demora considerável entre o estímulo e a resposta. Pode-se, inferir, ainda que o crescimento depende da internalização dos eventos em um *"sistema de armazenamento"* que corresponda ao ambiente, possibilitando ao aprendiz aumentar a habilidade de ir além da informação encontrada em uma determinada ocasião. Ele faz isso realizando predições e extrapolações do seu modelo armazenado do mundo.

Segundo Bruner (2006), o crescimento intelectual envolve a capacidade crescente de dizer para si mesmo e para os outros, por meio de palavras ou símbolos, o que foi feito ou será realizado. Assim, o aprendiz fará a transição do comportamento meramente ordenado para o comportamento lógico. O desenvolvimento intelectual depende de uma interação sistemática ou eventual entre

o tutor e o aprendiz. Desse modo, segundo Bruner, o tutor deverá estar preparado com um leque amplo de técnicas previamente inventadas que ensinará o aprendiz.

O autor novamente coloca que o ato de ensinar é vastamente facilitado por meio da linguagem, que não é comumente um meio de trocas, mas o instrumento que o aprendiz pode utilizar para trazer a ordem ao ambiente. De acordo com Bruner, a natureza da linguagem e as funções a que ela serve têm, obrigatoriamente, que fazer parte de qualquer teoria do desenvolvimento cognitivo (Bruner, 2006).

2.2.11. Classificação dos professores quanto à mediação pedagógica

Segundo Moran, Masetto e Behrens (2000), o professor é um pesquisador em serviço. Aprende com a prática e a pesquisa e ensina a partir do que aprende. Realiza-se aprendendo-pesquisando-ensinando-aprendendo. O seu papel fundamentalmente é o de um orientador/mediador. De acordo com Moran, Masetto e Behrens, existem diferentes tipos de professores mediadores:

Orientador/mediador/intelectual – Informa, ajuda a escolher as informações mais importantes, trabalha para que elas se tornem significativas para os alunos, permitindo que eles a compreendam, avaliem conceitual e eticamente -, reelaborem-nas e adaptem-nas aos seus contextos pessoais. Ajuda a ampliar o grau de compreensão de tudo, a integrá-los em novas sínteses provisórias.

Orientador/mediador emocional – Motiva, incentiva, estimula, organiza os limites, com equilíbrio, credibilidade, autenticidade, empatia.

Orientador/mediador gerencial e comunicacional – organiza grupos, atividades de pesquisa, ritmos, interações. Organiza o processo de avaliação. É a ponte principal entre a instituição, os alunos e os demais grupos envolvidos (comunidade). Organiza o equilíbrio entre o planejamento e a criatividade. O professor atua como orientador comunicacional e tecnológico; ajuda a desenvolver todas as formas de expressão, de interação, de sinergia, de troca de linguagens, conteúdos e tecnologias.

Orientador ético – Ensina assumir e vivenciar valores construtivos, individual e socialmente. Cada um dos professores colabora com um pequeno espaço, uma pedra na construção dinâmica do “mosaico” sensorial-intelectual-emocional-ético de cada aluno. Este vai organizando continuamente seu quadro referencial de valores,

idéias, atitudes, tendo por base alguns eixos fundamentais comuns como a liberdade, a cooperação, a integração pessoal. Um bom educador faz a diferença (Moran, Masetto e Behrens, 2000).

Metodologia

Capítulo 3
Metodologia e desenvolvimento

3.1. Contexto e desenvolvimento da pesquisa

Um dos primeiros passos para realização desta pesquisa foi a escolha da Escola. A escola escolhida denomina-se E.E. Professor Antônio Tanuri e pertence à Rede Estadual de Ensino. Situa-se no Bairro Jardim do Trevo na periferia da cidade de Fernandópolis, Estado de São Paulo. Fernandópolis situa-se na Região Noroeste do Estado de São Paulo, conta com cerca de 70 mil habitantes, e dista cerca de 600 Km da Capital Paulista.

A E.E. Professor Antônio Tanuri, mantém os ensinos Fundamental e Médio. O Ensino Médio funciona em dois turnos, no período da manhã e no período da noite. A pesquisa realizou-se com os alunos do período da manhã, uma vez que os alunos do noturno não aderiram ao projeto por motivo de trabalho.

Trabalhou-se, portanto, com os alunos do 1º A, 1º B, 1º C, 2ºA, 2º B e 3º A do período da manhã no ano de 2008.

Inicialmente foi feito um primeiro contato com os alunos e fez-se exposição do que se pretendia com o Projeto, o qual denominamos “Laboratório Aberto - FEF”. Visitamos todas as classes de Ensino Médio, onde se pode perceber o interesse imediato dos alunos. Passou-se uma lista para que os alunos pudessem se inscrever, e salientou-se para as turmas de 2º e 3º anos que o Projeto começaria de imediato com alunos do 1º Ano do Ensino Médio, pois cumpriríamos um cronograma de atividades em separado para cada série. Nas classes de primeiro ano iniciou-se com um total de 33 inscritos.

Elaborou-se uma solicitação de Autorização para os pais e um documento de compromisso do aluno para com o Curso. Os alunos levaram os documentos para casa e trouxeram na aula seguinte, sendo recolhidos pela Coordenadora Pedagógica da Escola.

Por conta da falta de laboratório na escola escolhida, o trabalho experimental e coleta de dados foi realizado no laboratório didático de Química da Fundação Educacional de Fernandópolis todas as quintas-feiras no período da tarde, das 14:00 as 17:00 horas.

Figura 2. Foto do laboratório didático de Química da Fundação Educacional de Fernandópolis.

Os alunos terminavam a aula na Escola as 12:00 horas, iam para casa almoçar e retornavam a Escola, por volta das 13:15 horas , onde eram aguardados por um ônibus disponibilizado pela Fundação Educacional de Fernandópolis. Chegavam à Instituição por volta das 13:45 h e eram levados até o laboratório de Química para início dos trabalhos as 14:00 horas. Terminávamos o trabalho por volta da 17:00 h. Os alunos eram levados até o ônibus e daí seguiam rumo a Escola Professor Antônio Tanuri.

Figura 3. Alunos chegando a Fundação Educacional de Fernandópolis.

Figura 4. Alunos no laboratório de Química (conhecendo vidrarias).

3.2. Suporte metodológico

3.2.1. Mediação Pedagógica e dispositivos didáticos.

A abordagem sócio-interacionista de pesquisa em educação, devida em grande parte aos trabalhos de Vygostsky (1989), considera a influência dos fatores sociais na relação entre desenvolvimento do sujeito e o processo de aprendizagem. De acordo com esta perspectiva, o conhecimento se desenvolve na relação do sujeito imerso em sua experiência social e cultural, na interação com um objeto de estudo que se mostra, desde o princípio, como objeto cultural, mediado pelas relações do aprendiz com os outros e com os signos. De acordo com Caetano e Aguiar (2008), tais interações permitem ao sujeito ir conferindo sentidos cada vez mais amplos para o mundo que se faz objeto à sua volta. O projeto central da teoria vygotskiana consiste precisamente em buscar vínculos entre a vida mental e a vida social, ou seja, em examinar o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores a partir da internalização de ferramentas culturais mediante práticas sociais específicas, como é o caso da escolarização e, em particular, dos processos interativos nas salas de aula de ciências. Para Vygotsky (1989), as inúmeras possibilidades de funcionamento cerebral são definidas e mobilizadas concretamente ao longo do desenvolvimento do indivíduo a partir do uso que fizer de instrumentos e símbolos construídos socialmente na realização de diferentes tarefas.

De modo geral, podemos dizer que a aprendizagem ocorre a partir da ***apropriação/elaboração*** de conceitos em um processo ativo na qual o sujeito se apropria e elabora conceitos a medida que tem um motivo para isto. Esse motivo, não raras vezes, precisa ser provocado ***(motivação)***.

A apropriação e elaboração são processos, que mesmo sendo possível serem compreendidos em separado, ocorrem de forma tão imbricada que um não ocorre sem o outro. Alguém se apropria de determinado conceito se tiver, também, elaborado em nível mental esse mesmo conceito.

Podemos entender que para que aconteça o processo de ***apropriação*** se faz necessária a mediação de ***instrumentos*** e ***signos***. Compreende-se instrumentos os objetos existentes, ***exteriores*** ao sujeito, que são utilizados como meios para estabelecer a relação de um sujeito com o conceito. O ***signo*** pode ser considerado como instrumento ***internalizado***, operado em nível mental.

Diversos estudos indicam que a atividade humana não é um processo natural, mas pelo contrário, o ser humano age impulsionado por motivos; age em função de finalidades e faz com interesse o que tem vinculação com a sua vida. Podemos dizer que atividade é o que se realiza com motivo, com finalidade. A atividade assim compreendida, não consiste de ato isolado, mas constitui-se de um conjunto de operações direcionadas por um motivo com o fim de atingir uma determinada finalidade.

Neste trabalho os ***dispositivos didáticos*** foram organizados de modo a permitir a interação entre os alunos (aprendizes) e o professor, alunos-alunos e alunos-dispositivos didáticos, aqui entendidos como todos os recursos usados com o propósito de levar o aluno do senso comum ao conceito estabelecido como tal pela Ciência. Todo o processo foi, portanto, mediado por dispositivos didáticos (recursos didáticos), de forma a estimular as interações entre esses sujeitos com vistas à construção e compartilhamento de significados. Entendemos, também, que nesse processo a linguagem orienta e organiza a ação sobre os objetos materiais e sobre o próprio conhecimento, fazendo do professor um mediador entre os recursos de mediação e os aprendizes. Portanto, os recursos somente podem ser analisados no processo de interação discursiva dos quais fazem parte, considerando-se seu impacto nas ações e intervenções do professor e alunos.

Vygotsky (1988) considera a linguagem como instrumento para organização do pensamento. Em sua teoria, a mediação é um conceito central para a

compreensão do desenvolvimento humano, entendido este como fenômeno sócio-histórico. A atividade realizada em conjunto com o adulto ou com o par de idade mais experiente em torno dos objetos constitui, então, o universo indispensável no qual o sujeito, por meio do processo de internalização, irá desenvolver progressivamente o domínio pessoal do pensamento.

Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações e conceitos interagem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno. Professor e material instrucional, atividades experimentais, textos, questionamentos, recursos da mída, podem favorecer a ocorrência dessa aprendizagem ao ropiciarem a relação entre o que o aluno já sabe e a nova idéia a ser aprendida.

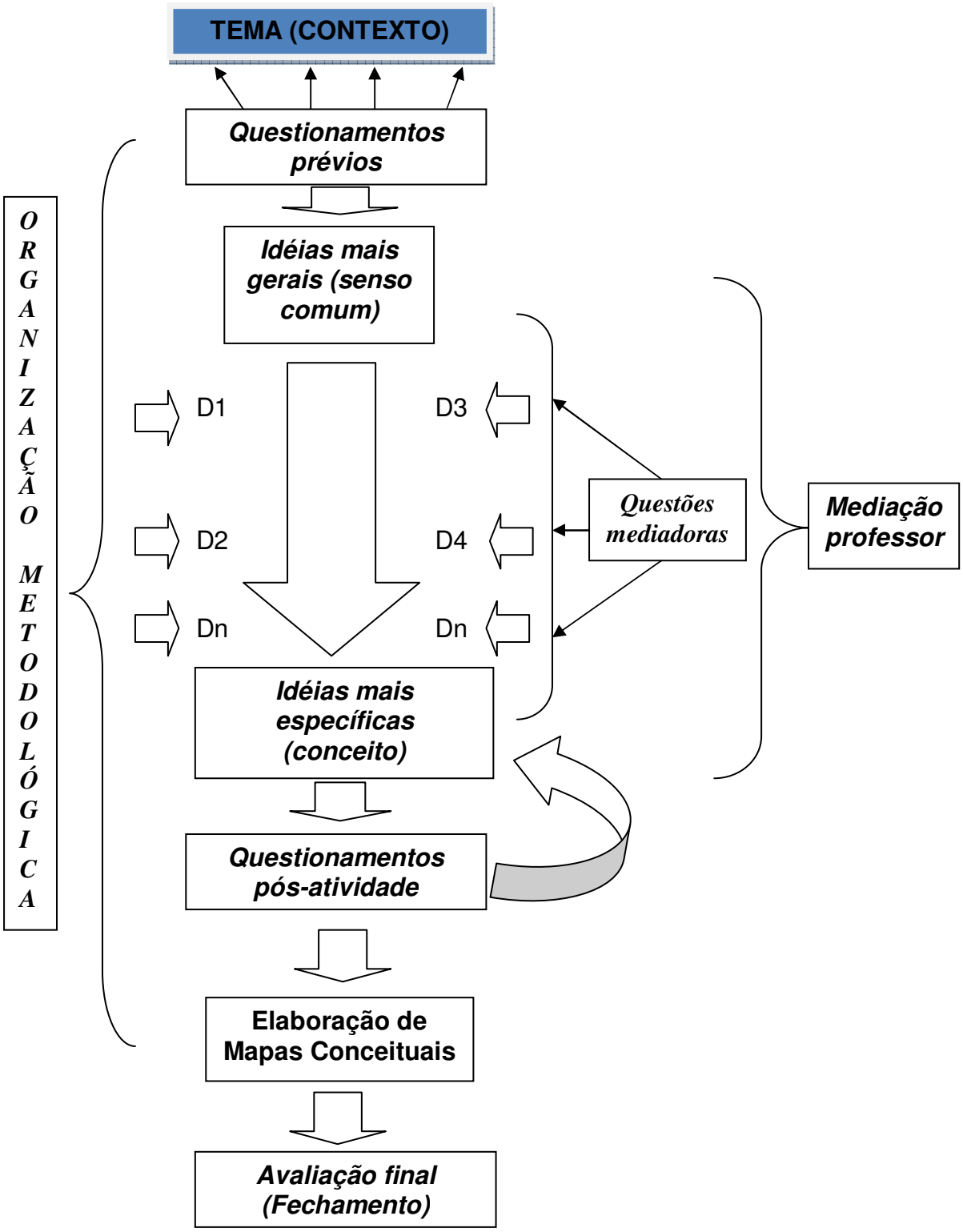


Figura 5. Esquema de organização metodológica (utilização de múltiplos dispositivos didáticos).

De acordo com Meirieu (1998), “em primeiro lugar deve-se procurar um ***ponto de apoio*** no sujeito, mesmo o mais sutil, um ponto ao qual articular um aporte, onde

instalar um mecanismo para ajudar o sujeito a crescer. Busquemos os recursos de que o aprendiz dispõe, sem conjeturar antecipadamente o que vamos encontrar ou que deveríamos encontrar. Na verdade, nada diz que o que encontraremos de fato não nos permitirá articular uma aprendizagem que, por sua vez, permitirá instaurar novas estruturas cognitivas e adquirir capacidades cuja emergência espontânea poderíamos esperar em vão. Construir supõe um construtor; aprender supõe um a priori um instrutor; adquirir supõe um inato, diz Morin (1986). Ele acrescenta: "assim pode instaurar-se a dialógica entre o aparelho conhecedor, que traz o já conhecido (esquemas inatos às aquisições memorizadas) e o meio conhecível, repleto de desconhecidos. Nunca acabamos de inventariar o já conhecido e nunca devemos perder a esperança de nele encontrar um meio para articular o conhecível. Mas, para isso, é preciso ainda, por outro lado, que o professor domine o conhecível, que explore, em todos os sentidos, os conhecimentos que deve fazer com que sejam adquiridos, que compreenda suas gêneses e suas lógicas, que examine todos os recursos que elas oferecem e que busque, sobretudo todas as abordagens, todos os caminhos que lhe permitam ter êxito. Essa tarefa não é simples, pois impõe um distanciamento do seu próprio itinerário de aprendizagem, um questionamento permanente dos saberes sobre o ângulo, não dos produtos que constituem, mas dos *métodos* que os constituem".

Arnoni (2007) ao tratar sobre a mediação pedagógica no processo ensino-aprendizagem refere-se ao conceito de ***mediação dialética*** como próprio da ontologia do ser social (teoria crítica de fundo social). Desse modo leva-se em conta a relação que se processa entre professor e aluno, e que se inicia no trabalho educativo do primeiro ao realizar o planejamento de ensino, por meio do qual o conceito científico, próprio de cada área do conhecimento, será abordado e transformado em conteúdo de ensino a ser desenvolvido em aula. Nas palavras da autora:

> "Conhecer essa proposição possibilita que o professor tome para si a opção metodológica de como trabalhar o conteúdo de sua disciplina, explicitando a intencionalidade da sua prática educativa para preparar, desenvolver e avaliar sua aula sob um "olhar teórico", selecionando os procedimentos didáticos e avaliando tanto o processo de ensino (professor) como o de aprendizagem (aluno). Ao considerarmos as opções metodológicas do professor fundamentais para o desenvolvimento da aula, estamos compreendendo-a como espaço primordial para trabalharmos os conteúdos científicos de diferentes áreas do saber, um bem cultural relevante, ao qual todos devem ter acesso, em especial os alunos (Arnoni, 2007)".

3.3. Uso de temas geradores no Ensino de Química

Segundo o material instrucional “Oficinas Temáticas no Ensino Público”, publicado pela Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (2007), os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) apontam como fio condutor da organização curricular uma visão sistêmica do conhecimento que contribua para a formação da cidadania. Segundo os PCNEM, o ensino de Química “deve permitir a construção de uma visão de mundo mais articulada, menos fragmentada, que o aluno se enxergue como participante de um mundo em constante transformação”.

Se aceitarmos essas premissas para pensar o ensino de Química, não podemos deixar de considerar, no planejamento, elementos vivenciais do aluno, os contextos sociais dos quais ele, a escola, a sua comunidade fazem parte, como objetos de aprendizagens e pontos de partida para o desenvolvimento de conhecimentos que transcendem a realidade local, conhecimentos de alcance mais amplos, universais.

Tal visão reflete a organização dos conteúdos a serem ensinados a partir de ***temas*** que permitam a contextualização do conhecimento. Essa forma de abordagem, ao tratar de uma “situação-problema, que envolva diferentes aspectos do conhecimento químico, para sua compreensão e busca de solução, propicia a flexibilidade e interatividade entre eles, em contraposição à abordagem tradicional, em que se propõe a organização por tópicos da Química, geralmente tratados um a um, numa seqüência mais ou menos fixa. Os temas contribuem para um estudo da realidade, enfocando uma situação que tenha significação individual, social e histórica”.

Em consonância com tal pensamento, neste trabalho buscamos introduzir os conceitos químicos a partir de um enfoque temático (“solo”, “água” e “interação inseto-planta”) de modo que o aluno vá se apropriando destes conceitos de forma ativa em interação constante (mediação) entre professor-aluno, aluno-aluno, aluno-instrumentos de mediação (vídeos, textos, experimentos etc).

Assim, ao trabalhar a partir da abordagem temática, o professor deve considerar que, através dela os alunos terão oportunidade de reelaborar conceitos

importantes, utilizando para isso conhecimentos de Química e de outras áreas, interpretando a temática em estudo sobre outros pontos de vistas (Oficinas Temáticas no Ensino Público, 2007).

3.4. Experimentação no Ensino de Química

Neste trabalho, muitas das atividades para elaboração de conceitos químicos, foram atividades experimentais. Portanto, parece-nos conveniente neste momento discutimos alguns aspectos da *experimentação no ensino de Química*. No que tange ao ensino, as atividades experimentais, as chamadas aulas práticas, são freqüentemente apontadas, em discussões acadêmicas, como importantes recursos didáticos das disciplinas científicas em qualquer grau de ensino. Justifica-se, assim, uma reflexão sobre a função e a importância dos experimentos no ensino de Ciências, especialmente os que envolvem conhecimentos de Química.

Conforme Zanon e Silva, as atividades práticas podem assumir papel fundamental na promoção de aprendizagens significativas em Ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem potencialidade da experimentação através de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar (Zanon e Silva, 2000).

Contudo, o ensino experimental não tem cumprido com esse importante papel no ensino de Ciências. A ampla carência de embasamento teórico dos professores, aliada à desatenção ao papel específico da experimentação nos processos da aprendizagem, tem impedido a concretização do objetivo central que é o de contribuir para a construção do conhecimento. O aspecto formativo das atividades experimentais tem sido negligenciado, muitas vezes, ao caráter superficial, mecânico e repetitivo em detrimento aos aprendizados teórico-práticos que se mostrem significativos.

Nesse sentido, é essencial, em relação aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a aula experimental, a ajuda pedagógica do professor que, de forma não simétrica, faz intervenções e proposições sem as quais os alunos não elaboram. De nada adianta realizar atividades práticas em aulas se as mesmas não propiciam o momento de discussão teórico-prática, que transcende o conhecimento de nível fenomenológico e os saberes cotidianos do aluno, e leve a novos

entendimentos e produções. O professor, em sua prática docente, deve contribuir para que o experimento não se transforme na realização de uma “receita” em que o aluno fique sem saber o significado do que fez.

Segundo Bernardelli (2004), o ensino de Química exige o comprometimento com a cidadania, com a ética e com a mudança na postura do professor em relação à sua prática didático-pedagógica, que deve ser voltada para o ensino ligado diretamente ao cotidiano do estudante, abordando a essência de cada aula de maneira simples para encorajar o aluno. Muitos adquirem uma certa resistência ao aprendizado da Química devido à falta de contextualidade, não conseguindo relacionar os conteúdos com o dia-a-dia, bem como com a excessiva memorização, e alguns professores ainda insistem em métodos nos quais os alunos precisam decorar fórmulas, nomes e tabelas não contribuindo em nada para as competências e habilidades desejáveis no ensino médio. Estes fatores desmotivam intensamente os alunos, portanto devemos criar condições favoráveis e agradáveis para o ensino e aprendizagem da disciplina, aproveitando, no primeiro momento, a vivência dos alunos, os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural e a mídia, buscando com isso reconstruir os conhecimentos químicos para que os alunos possam refazer a leitura do seu mundo (Bernardelli, 2004).

Para tornar o ensino-aprendizagem de Química mais agradável, devemos superar metodologias ultrapassadas, que foram muito usadas no ensino dito tradicional, e investir nos procedimentos didáticos alternativos, em que os alunos poderão adquirir conhecimentos mais significativos. A verdadeira aprendizagem para os alunos está na forma de planejarmos nossa ação didática na proposição dos conteúdos de determinados conhecimentos relacionados, integrando-os e sistematizando-os a partir das experiências vivenciadas pelos alunos. Com isso, estaremos desenvolvendo habilidades necessárias para que possamos resolver determinados problemas com a disciplina. O procedimento alternativo procura colocar o aluno em posição de pensar por si mesmo, colher dados, discutir idéias, emitir e testar hipóteses, sempre motivado pela identificação do problema, levando-os à aprendizagem alicerçada pelo “encantamento” e pela curiosidade (Bernardelli, 2004).

Entende-se que a melhoria da qualidade do ensino de Química deve contemplar também a adoção de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação como uma forma de aquisição de dados da realidade,

oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo, por meio de seu envolvimento, de forma ativa, criadora e construtiva, com os conteúdos abordados em sala de aula, viabilizando assim a dualidade: teoria e prática.

Quanto mais integrada à teoria e a prática, mais sólida se torna a aprendizagem de Química. Ela cumpre a sua verdadeira função dentro do ensino, contribuindo para a construção do conhecimento químico, não de forma linear, mas transversal, ou seja, não apenas trabalhar a Química no cumprimento de sua seqüência de conteúdo, mas interagir o conteúdo com o mundo vivencial dos alunos de forma diversificada, aproveitando suas argumentações e indagações.

Desde o lançamento da Proposta Curricular para o Ensino de Química para o 2º Grau, documento oficial da Secretaria de Estado da Educação do Estado de São Paulo (1992), considerava-se que um dos princípios orientadores do ensino de Química deveria ser a experimentação: “Quando propomos a experimentação, não pretendemos apenas que os alunos utilizem materiais de laboratório, adquiram habilidades, técnicas, nem tampouco redescubram os conceitos criados pelos cientistas quer seja através de atividades investigativas, quer seja através da técnica da redescoberta. O que se prioriza é que o aluno entre em contato com fenômenos químicos e que tenha possibilidade de criar modelos explicativos para eles, através de suas observações, de seu sistema lógico, de sua linguagem.

[...] que o professor incentive os diferentes grupos a discutirem essas explicações com a finalidade de identificar e entender melhor seus modelos. E no sentido de aproximá-los das explicações científicas mais aceitas atualmente, o professor deverá utilizar contra-exemplos, visões alternativas e até confrontar as idéias, o significado das palavras e, se necessário, destruir esses modelos por eles formulados. “Finalmente, devemos criar oportunidades para que os alunos utilizem as novas idéias, conceitos, em outras situações (Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º Grau)” (1992).

Beltran e Ciscato (1991), indicam que algo vai mal no ensino de Química. Segundo os autores, as atividades experimentais constituem um ponto crítico prioritário na análise de problemas e na proposta de alternativas para o ensino dessa matéria. Como Ciência experimental que é, ela exige para o seu estudo atividades experimentais. Não é aconselhável, em qualquer hipótese, que os alunos aprendam Química sem passar, em algum momento, por atividades práticas.

O objeto da Química compreende a natureza, e os experimentos propiciam aos estudantes uma compreensão mais científica das transformações que nela ocorrem. Saber punhados de nomes e fórmulas, decorar reações e propriedades, sem conseguir relacioná-las cientificamente com a natureza, não é conhecer Química. Essa não é uma Ciência petrificada; seus conceitos leis e teorias não foram estabelecidos *ad aeternum*, mas tem a sua dinâmica própria. O modelo atômico, por exemplo, por quantas alterações já não passou?

As atividades experimentais que somente demonstram a veracidade de informações científicas geram crença na Ciência, mas não permitem compreender sua construção, nem tampouco contribuem para a visualização do conhecimento como um todo. Uma excelente alternativa são as atividades nas quais os alunos realizam um experimento e, apoiados pelo professor, montam uma interpretação para os resultados conseguidos. Dessa maneira, eles desenvolvem sua argúcia de observação e sua capacidade de elaborar modelos plausíveis.

Em Química, as atividades experimentais não podem ser desvinculadas da teoria; aliás, o desejável é que as aulas expositivas, discussões em grupo, trabalhos práticos e outras formas de aprender se integrem harmonicamente.

As observações de laboratório devem ser sistematizadas cientificamente, ou seja, organizadas para fazer emergir os modelos e teorias. Tendo por alicerce as observações, os modelos e teorias constituem os mais avançados e valiosos conteúdos do conhecimento. Eles, por sua vez, contribuem para a elaboração de outros experimentos para testar novas hipóteses, e assim por diante. Estabelece-se, dessa maneira, uma frutífera cooperação entre o teórico e o experimental no estudo da Química. Os experimentos utilizam, portanto, todo o arsenal teórico disponível no momento em que se realizam e, ao mesmo tempo, contribuem para a expansão e o aprofundamento dele (Beltran e Ciscato, 1991).

Segundo artigo de Oliveira e Ferreira (2007), existem fortes evidências de que o cérebro humano retém principalmente os conhecimentos que se apresentam como sendo úteis e descarta os que parecem desnecessários. Isso ocorre porque a memória se organiza principalmente a partir da atribuição de significado e este se desenvolve estabelecendo relação entre a nova informação e aquilo que já é conhecido como consolidação. Desse modo, o conhecimento não consolidado é esquecido mais facilmente. Daí, então, a importância de se contextualizar os experimentos em Química utilizando situações suficientemente familiares aos alunos

Independentemente da metodologia utilizada, é fundamental que o professor envolva os alunos em aula. Uma das maneiras é contextualizar o conceito que se deseja ensinar, ou seja, atribuir algum significado social para a vida do aluno (Oliveira e Ferreira,2007).

Segundo Terrazan (2000), o uso do experimento didático deverá oportunizar o estudante a abandonar a sua postura passiva frente à aprendizagem. Para isso, faz-se necessário permitir ao mesmo expor suas idéias sobre o aparato experimental, como também inquiri-lo acerca da soluções de problemas. Ou seja, nesse contexto temos um espaço de investigação e especulação cognitivas Gunstone e Northfield (1994) assinalam que o laboratório didático deverá funcionar como um mediador metacognitivo. Assim, o experimento didático seria explorado na perspectiva de que possibilitasse os estudantes a refletirem sobre as suas próprias idéias acerca dos conceitos subjacentes ao aparato experimental.

Segundo Bakhtin é de extrema importância que seja estabelecida uma relação dialógica entre professor e aluno e isto implica compreender, a partir das vozes incorporadas às palavras, os múltiplos enunciados construídos pelos diferentes sujeitos (Bakhtin, 2003). Toda palavra está carregada de um sentido vivencial porque ela é a essência da comunicação humana, isto é, todo discurso tem sentido e representação. Se os estudos sobre as didáticas das Ciências nos vem sugerindo que no ensino de Ciências Experimentais seja adotado um processo interativo e investigativo com a criatividade própria de um trabalho científico, é preciso não se esquecer que as atitudes aplicadas por quem ensina poderá impregnar todos os aspectos dessa aprendizagem (Gurgel, 2001,a).

Pérez e Castro sugerem algumas alternativas para inserir o experimento didático em uma prática investigativa, porém os autores recomendam que tais alternativas não devem ser seguidas como um algoritmo. Dentre as alternativas sugeridas, assinalamos algumas delas, a saber: apresentar aos estudantes situações abertas e com um nível de dificuldade adequado; favorecer a reflexão acerca da relevância de situações do cotidiano, inclusive das possíveis implicações relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade; potencializar análises qualitativas dos próprios experimentos; colocar-se a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica; possibilitar a análise de resultados, a luz do conhecimento disponível, dentre outras (Pérez e Castro, 1996).

De acordo com Jodelet, nossas representações são sociais e importantes na vida cotidiana porque nos guiam no modo de nomear e definir conjuntamente os diferentes aspectos da realidade diária, no modo de interpretar esses aspectos, tomar decisões e, eventualmente, posicionar-se frente a eles de forma defensiva. E estas vão desde a forma como são introduzidos os conteúdos, a orientação dos trabalhos práticos e do conteúdo até o clima de trabalho na aula. Portanto, serão as atitudes de ensino imprimidas ao processo, pela **mediação** do professor, que certamente serão determinantes para se criar um conjunto de atributos culturais em relação ao significado do que está sendo ensinado (Jodelet, 2001).

3.5. Sobre os vídeos da TV Escola : integração de tecnologias

Na busca de metodologias alternativas para o Ensino de Química e de acordo com que dissemos nos objetivos deste trabalho, partiremos da análise de um vídeo da TV Escola, o qual denominamos ***problematizador*** e a partir deste foram propostas atividades experimentais ou não, voltadas ao assunto abordado no vídeo.

Em 1996, o MEC criou a Secretaria de Educação à Distância (SEED), sinalizando claramente a intenção de investir em projetos pedagógicos através dos recursos da informática e também disponibilizando esses recursos para a rede pública dos ensinos Fundamental e Médio (TV na Escola, 1998).

Para desenvolver a façanha de colocar as tecnologias de informática e a utilização de vídeos à disposição de alunos e professores, além de toda a estrutura escolar, a SEED uniu ao seu projeto, as transmissões via TV Escola, que permaneciam no ar desde quatro de março de 1996, utilizando um canal de satélite.

Atualmente o MEC disponibiliza para as escolas públicas, o kit tecnológico que inclui televisor, videocassete, antena parabólica e receptor de satélite. A TV Escola é, portanto um canal via satélite, cujos programas são captados também pelos canais digitais TECSAT (canal 4), SKY (canal 26). A programação é dirigida, sobretudo, às escolas públicas brasileiras com o objetivo de propor e manter a formação continuada dos professores em serviço e à distância, para aperfeiçoar o trabalho do professor na escola e na sala de aula. Com a implantação e desenvolvimento da TV Escola, sua programação alcança aproximadamente 57500 escolas da rede pública, 30 milhões de alunos e 1 milhão e cem mil professores (TV na Escola, 2000).

Em outubro de 1999 foi iniciada a programação da TV Escola voltada para o Ensino Médio. A programação é apoiada em três programas, o Acervo, Ensino Legal e Como Fazer? que a partir de 2004 passou a ser denominado Sala de Professor.

- O programa **Acervo** apresenta documentários e durante a exibição são feitas observações relacionada às áreas de linguagens, matemática e ciências da natureza e ciências humanas.

- O programa **Ensino Legal** põe em foco questões relacionadas aos currículos, projetos educacionais e esclarecimentos sobre o Ensino Médio.

- O programa **Como Fazer?** é estruturado na exibição de vídeos com duração aproximada de 20 minutos. Na prática, o programa Como Fazer? apoia-se no trabalho com vídeos e textos dirigidos a dois públicos alvos. O primeiro é o professor, que estará melhorando seu desempenho profissional ao incorporar mais informações, através de imagens do filme e consultas ao texto que acompanha o vídeo. Ao mesmo tempo, o aluno é também beneficiado junto com o professor. Ai aparece um dos aspectos notáveis do trabalho do professor, que em sala de aula poderá assumir o papel de mediador entre o tema do vídeo exibido na TV e os alunos (TV na Escola, 1998).

Segundo Moran, Masetto, Behrens (2000), aprendemos quando relacionamos, integramos. Uma parte importante da aprendizagem acontece quando conseguimos integrar todas as tecnologias, as telemáticas, as audiovisuais, as textuais, as orais, as musicais, lúdicas, corporais.

O professor tem um grande leque de opções metodológicas, de possibilidades de organizar sua comunicação com os alunos, de introduzir um tema, de trabalhar com os alunos presencial e virtualmente, de avaliá-los.

Cada docente pode encontrar sua forma mais adequada de integrar as várias tecnologias e os muitos procedimentos metodológicos. Mas também é importante que amplie, que aprenda a dominar as formas de comunicação interpessoal/grupal e as de comunicação audiovisual/telemática.

Não se trata de dar receitas, porque as situações são muito diversificadas. É importante que cada docente encontre sua maneira de sentir-se bem, ajudar os alunos a aprender melhor. É importante diversificar as formas de dar aula, de realizar atividades, de avaliar.

Os meios de comunicação operam imediatamente com o sensível, o concreto, principalmente a imagem em movimento. Combinam a dimensão espacial com a

cinestésica, onde o ritmo torna-se cada vez mais alucinante (como nos videoclipes). Ao mesmo tempo utilizam a linguagem conceitual, falada e escrita, mais formalizada e racional. Imagem, palavra e música integram-se dentro de um contexto comunicacional afetivo, de forte impacto emocional, que facilita e predispõe a aceitar mais facilmente as mensagens.

A imagem na televisão, no cinema e no vídeo é sensorial, sensacional e tem um grande componente subliminar, isto é, passa muitas informações que não captamos claramente.

A organização da narrativa televisiva, principalmente a visual, não se baseia somente – e muitas vezes não primordialmente – na lógica convencional, na coerência interna, na relação causa-efeito, no princípio de não-contradição, mas numa lógica mais intuitiva, mais conectiva. Imagens, palavras e música vão se agrupando segundo critérios menos rígidos, mais livres e subjetivos dos produtores que pressupõem um tipo de lógica da recepção também menos racional, mais intuitiva.

O vídeo está umbilicalmente ligado à televisão e a um contexto de lazer, de entretenimento, que passa imperceptivelmente para a sala de aula. Vídeo, na cabeça dos alunos, significa descanso e não “aula”, o que modifica a postura, as expectativas em relação ao seu uso. Precisamos aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do nosso planejamento pedagógico. Mas, ao mesmo tempo, devemos saber que necessitamos prestar atenção para estabelecer novas pontes entre o vídeo e as outras dinâmicas da aula (Moran, Masetto, Behrens, 2000).

3.6. Opção de Pesquisa.

A escola escolhida é a sede de exercício deste pesquisador, o qual pertence ao quadro de professores efetivos da disciplina Química.

Uma das grandes dificuldades encontradas como professor da área nesta escola está relacionada à ausência de laboratórios na Unidade Escolar. As aulas experimentais são ministradas na própria sala de aula e por demonstração. Para que as aulas experimentais aconteçam, foi comprada uma caixa de ferramentas e adaptada para levar até as salas de aula algumas vidrarias, alguns tipos de reagentes dentre outros materiais alternativos. Apesar das dificuldades, nunca se

deixou de trabalhar a experimentação. Nos momentos de aula, apesar dos alunos não manipularem diretamente o experimento, sempre se propiciou momentos de discussão acerca do observado.

Saliento que antes de me efetivar em concurso do Estado, trabalhei como professor admitido em caráter temporário (ACT) no extinto CEFAM (Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério). O CEFAM estava instalado em uma escola central na cidade de Fernandópolis, e possuía uma boa infra-estrutura, incluindo um bom laboratório e um número maior de aulas de Química (04 por série). Durante o período de funcionamento do CEFAM, pôde-se trabalhar com o material "Interações e Transformações – Química para o 2º Grau" do Grupo de Pesquisa em Educação Química da USP. Durante este período teve-se a oportunidade de participar, em São Paulo, de discussões acerca da aplicação do material elaborado pelo grupo e de muitas outras orientações. Devo citar que foi um período onde muito me realizei na função docente, pois podia perceber um maior aproveitamento das aulas e verificar o grau de entendimento dos conceitos químicos por parte dos meus alunos.

Portanto, de longa data havia me interessado pela área da Educação Química, especialmente nos artigos que mostravam preocupação com o processo ensino-aprendizagem de conceitos químicos e, em particular, experimentação no ensino de Química. Como parte das buscas oriundas de minhas indagações, tomei contato com as abordagens sócio-interacionistas no processo ensino-aprendizagem, principalmente, também por que passei a lecionar a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química na Fundação Educacional de Fernandópolis, faculdade particular que mantém entre seus 32 cursos, o Curso de Química.

Ao ingressar no Programa de Pós-Graduação no Instituto de Química da UNESP - Campus de Araraquara encontrava-me com a mente repleta de questionamentos e indagações acerca dos resultados obtidos por mim nas aulas e especialmente nas atividades práticas, onde se percebia um grande interesse por parte dos alunos. Sempre tive interesse na área da Educação em Química e no momento da escolha de orientador, decidi procurar pelos professores Regina Frem e Luiz Antônio, pesquisadores do Instituto de Química, profundos interessados no processo ensino-aprendizagem de Química, tanto em nível universitário, como em nível médio. Os professores, prontamente abraçaram a idéia e passamos a definir a execução do trabalho.

O objetivo central do nosso trabalho foi, portanto, fazer com que os alunos se apropriassem ativamente dos conceitos de modo que estabelecessem relações entre o novo e o já conhecido (conhecimentos prévios) permitindo-lhes dessa maneira elaborarem conhecimentos partindo de idéias mais gerais (amplas e inclusivas) para informações mais específicas. As atividades (experimentos, textos, confecção de modelos, utilização de softwares, vídeos, mapas conceituais entre outros dispositivos didáticos), representados na figura 1 como D1, D2, D3, D4 e Dn, serviram como alimentadores do processo, ao passo que na interação entre os envolvidos, buscava-se detectar quais conceitos ainda não tinham se estabelecido na estrutura cognitiva dos alunos. Nesse caso, a fim de levá-los ao conceito, propunham-se novas atividades num processo contínuo, dinâmico e interativo visando à elaboração do conceito e a ampliação do mesmo (Bruner, 1998).

3.6.1. Dispositivos didáticos e seqüência didática escolhida

Conjuntamente com os orientadores, ficou decidido que a partir de um vídeo do Programa TV Escola MEC, que denominamos de ***Organizador*** *(problematizador, organizador de idéias, contexto)*, buscamos selecionar em diversas fontes experimentos relacionados com os temas do vídeo assistido e outros instrumentos para que hovesse a mediação entre as idéias iniciais (conhecimentos prévios) dos alunos e o estabelecimento dos conceitos. Em conjunto, ficou decidido que antes dos alunos assistirem o vídeo ou executar os experimentos, realizaríamos o levantamento das ***idéias prévias***. As razões que fundamentam tal seqüência provêm da teoria da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, o desenvolvimento do conteúdo é facilitado quando elementos mais gerais, mais inclusivos são introduzidos inicialmente para depois serem apresentados detalhes e especificações. A isto ele denomina ***diferenciação progressiva*** e a justifica levando em consideração as seguintes suposições:

a) é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um modo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao topo a partir de suas partes diferenciadas;

b) a organização do conteúdo de uma certa disciplina na mente do indivíduo é uma estrutura hierárquica na qual as idéias mais inclusivas estão no topo da estrutura e , progressivamente,

incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Por sua vez, a organização do conteúdo através da diferenciação progressiva de conceitos facilita o processo de subsunção. Este termo carrega o significado de "ancoragem" do novo conceito na estrutura cognitiva do aluno, implicando a idéia de relacionalidade do que ele aprende com aquilo que ele já sabe. A este tipo de aprendizagem, Ausubel dá o nome de aprendizagem significativa.

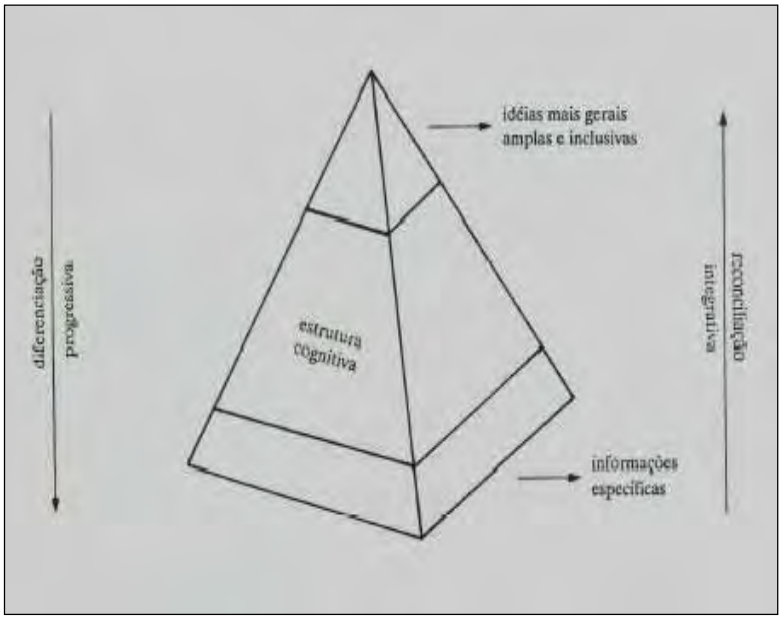


Figura 6. Pirâmide da Estrutura Cognitiva.

Assim como o levantamento das idéias prévias dos alunos, é de extrema importância que estes tenham oportunidade de que, ao entrar em contato com os fenômenos químicos, possam formular explicações sobre eles através de seus sistemas lógicos e linguagem. Portanto, incentivou-se que os diferentes grupos de alunos discutissem suas explicações com a finalidade de identificar e entender melhor seus modelos. Isto seria feito a partir das discussões, principalmente, ao longo da experimentação e em situações pós-laboratório ou após qualquer uma das **atividades propostas a partir de questionários e questões abertas.**

Os alunos do 1º Ano do Ensino Médio inscritos no Projeto (1º A, 1º B e 1º C), se organizaram num total de 06 grupos, o qual denominamos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6), contendo cada grupo formado, cerca de 06 a 07 alunos. Do mesmo modo,

dividiu-se os alunos do 2º Ano em 07 grupos com 04 ou 05 alunos em cada. O 3º Ano do Ensino Médio foi dividido em 04 grupos com 04 alunos cada.

Procurou-se partir dos questionamentos para auxiliá-los na interpretação e na atribuição de significados do que estava sendo observado. A riqueza desta estratégia está no fato de que nesse contexto os alunos criavam suas estratégias na busca da resolução do problema. Nesse caso, articulou-se a teoria com a prática e a transcendência do conhecimento foi efetivada.

Após a entrega da folha de atividade aos alunos, e sem qualquer orientação prévia, pediu-se que se iniciassem a atividade. Tomou-se o cuidado de não exemplificar os procedimentos para que entre os grupos houvesse a maior interação possível entre aluno-aluno e aluno-professor. As dificuldades eram grandes, mas variava em intensidade de grupo para grupo. A fim de amenizar as dificuldades, visitavam-se os grupos auxiliando-os no entendimento do enunciado. A nosso ver, esta estratégia provocava maiores dificuldades, pois as concepções do senso comum eram afloradas. Neste momento, a mediação do professor era fundamental para que as hipóteses fossem testadas, confirmadas, ou mesmo refutadas, para que desse modo elaborassem a transformação dos conceitos em aprendizado.

Segundo Vasnizi, nesse tipo de atuação surge uma certa resistência, pois os alunos desejam que o professor sistematize os conceitos, dê as respostas às suas questões e resolva os conflitos. Como nossos alunos não estão acostumados com esse tipo de trabalho sentem-se desamparados, pois o professor não consegue atender a todos da forma como eles (alunos) gostariam. Portanto ficam inseguros diante das atividades diferenciadas (do novo) e necessitam da afirmação se o que estão fazendo é correto. Sabe-se que os conhecimentos do senso comum só aparecem quando os alunos são questionados sobre os resultados obtidos (Vasnizi, 2006).

Nessa proposta, pensamos as atividades experimentais ou não, como ferramentas para o processo do pensar no qual o professor tem o papel de mediador pois ao colocar questões acerca do observado, possibilitará aos alunos a interação com o conceito. As questões deverão levar a uma investigação que mobilizará funções para o levantamento de ***hipóteses***, ***previsões***, confirmação das hipóteses, ou não, e estabelecimento do ***modelo***.

Os dados da nossa pesquisa foram coletados a partir de variados instrumentos (dispositivos didáticos) sendo a experimentação um instrumento,

considerado por nós extremamente relevantes para o estabelecimento de modelos explicativos. Questionários foram respondidos pelos alunos, a maioria das vezes em grupo e poucas vezes, individualmente. A partir desses dados, pretendia-se avaliar o desenvolvimento de competências a partir das atividades experimentais propostas e dos instrumentos utilizados para mdeiação (atividades).

Ao término da experimentação, procurou-se, também, a partir de questionamentos pós-laboratório verificar o entendimento dos alunos em relação à atividade experimental, sobre o processo de construção do conhecimento e a interação com o conceito a partir da mediação.

Após cada seqüência didática (nas diferentes séries) aplicou-se uma avaliação com questões, principalmente do ENEM, com a finalidade de avaliar se os alunos conseguiam aplicar os conhecimentos adquiridos em contextos diversificados.

Elaborou-se uma seqüência didática a partir do tema estruturador (contexto onde se desenvolveriam os experimentos e as demais atividades), buscando-se a partir daí as concepções prévias dos alunos em relação ao tema e aos conceitos inerentes aos experimentos realizados. Coletou-se os dados e procurou-se compreender o processo de aquisição dos conceitos químicos a partir das explicações dadas pelos alunos.

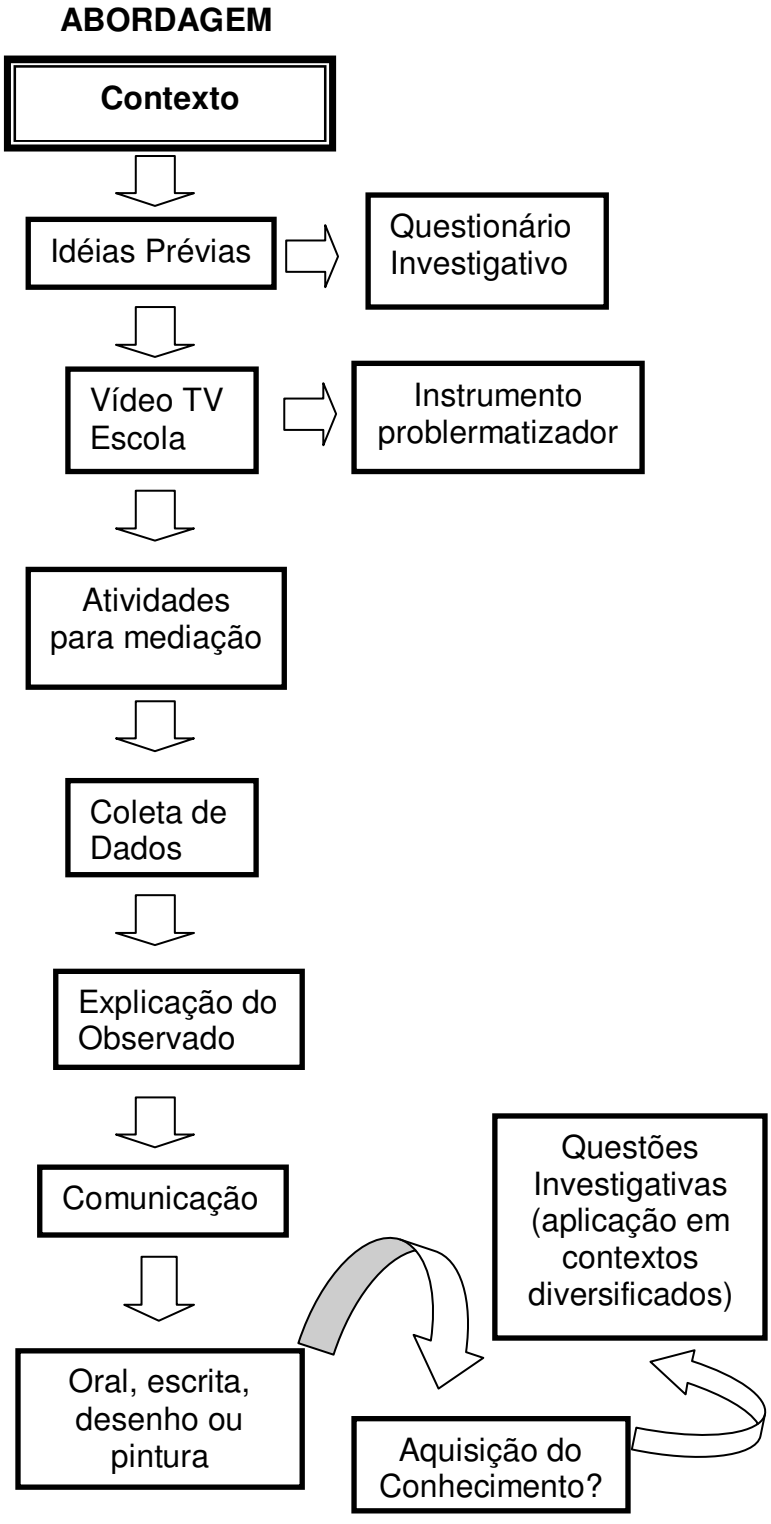


Figura 7. Diagrama com as etapas da metodologia escolhida.

Atividades Propostas

1º ANO (ENSINO MÉDIO)

Atividade Interdisciplinar (Química, Arte, História): Vídeo da TV Escola: ***"Linhas, formas e cores" – pigmentos.***

Experimentação:

- Extração de pigmento a partir de solo para confecção de pituras.
- Análise do livro paradidático: "Argilas, as essências da terra" de Aécio Pereira chagas. Coleção Polêmica. Editora Moderna.
- Verificação da condutibilidade elétrica do solo.
- Verificação da presença de íons Fe^{3+} no solo.
- Correção de pH de solo.
- Acidez e basicidade de produtos caseiros (escala de pH e indicadores)

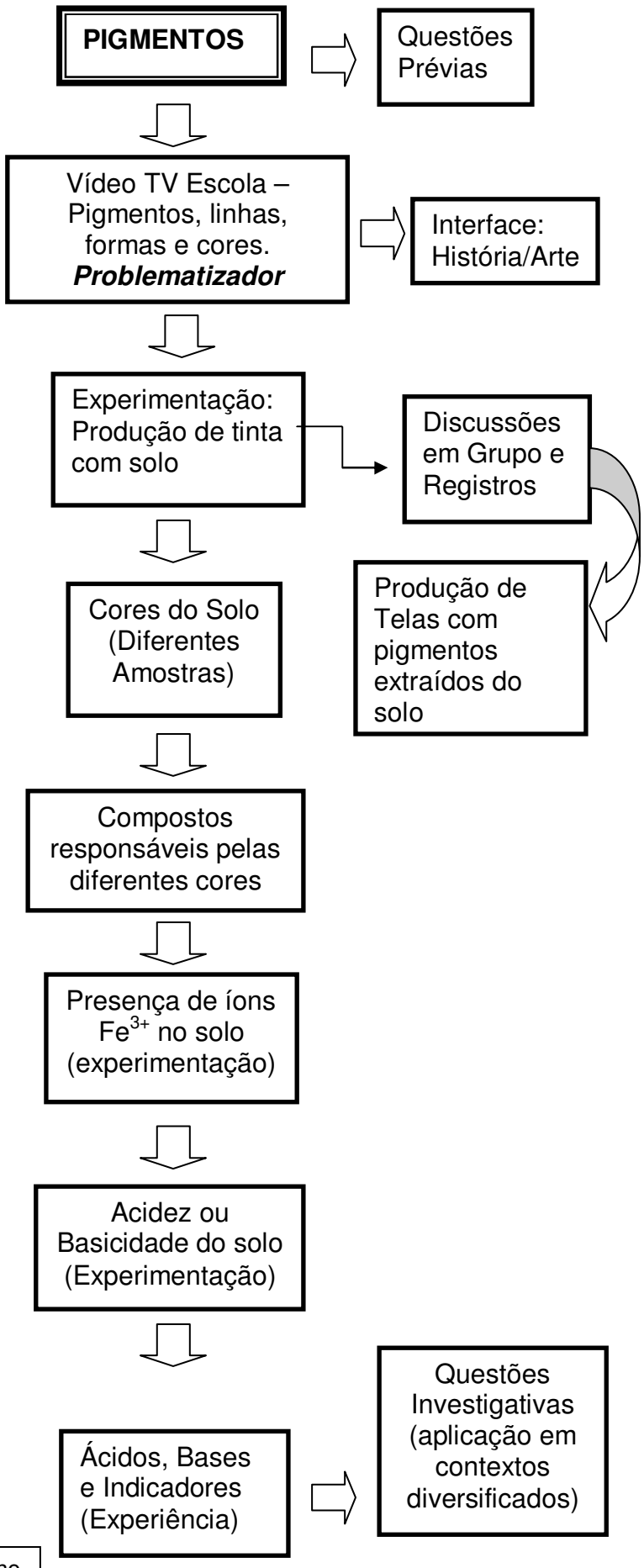


Figura 8. Seqüência didática: 1º Ano

2º ANO (ENSINO MÉDIO)

Atividade Interdisciplinar (Química, História, Biologia, Língua Portuguesa, Física):
Vídeo da TV Escola: ***"Água".***
– Atividade Inicial (Interface com Geografia).
- Análise do mapa do município e localização dos rios e córregos que cortam a cidade.
- Pesquisa das condições em que se encontram os rios da cidade (estão poluídos?).

Experimentação:

- Análise de água de diferentes procedências.
- Até quando um sólido é solúvel em água?
- Acidez da água. pH de água de diferentes procedências.
  Tratamento da água.
- Concentração de soluções e diluição.
- Preparo de soluções
- Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções.
- Polaridade das moléculas de água.
- Dureza da água
- Ação poluidora dos detergentes sintéticos

As figuras 8, 9 e 10 mostram a sequência didática escolhida para o trabalho, indicando os conceitos que pretendíamos trabalhar com os alunos. Na figura 8 indicamos os conceitos abordados dentro do tema "PIGMENTOS". Nesta sequência didática trabalhamos temas relacionados à separação de misturas, extração de pigmentos relacionados às diferentes cores dos solos coletados, presença de íons, ácidos e bases. Como dispositivos didáticos utilizamos vídeos problematizadores, experimentos, textos entre outros.

Na figura 9 mostramos a sequência didática relacionada ao tema "AGUA". Nela estão indicados os conceitos de soluções, coeficiente de solubilidade, mol e quantidade de matéria, polaridade da molécula de água.

A figura 10 mostra a sequência didática trabalhada na 3ª série ("INTERAÇÃO INSETO-PLANTA"). Nela estão indicados conceitos relativos aos metabolismos primário e secundário, funções orgânicas, cadeias carbônicas, difusão gasosa, isomeria.

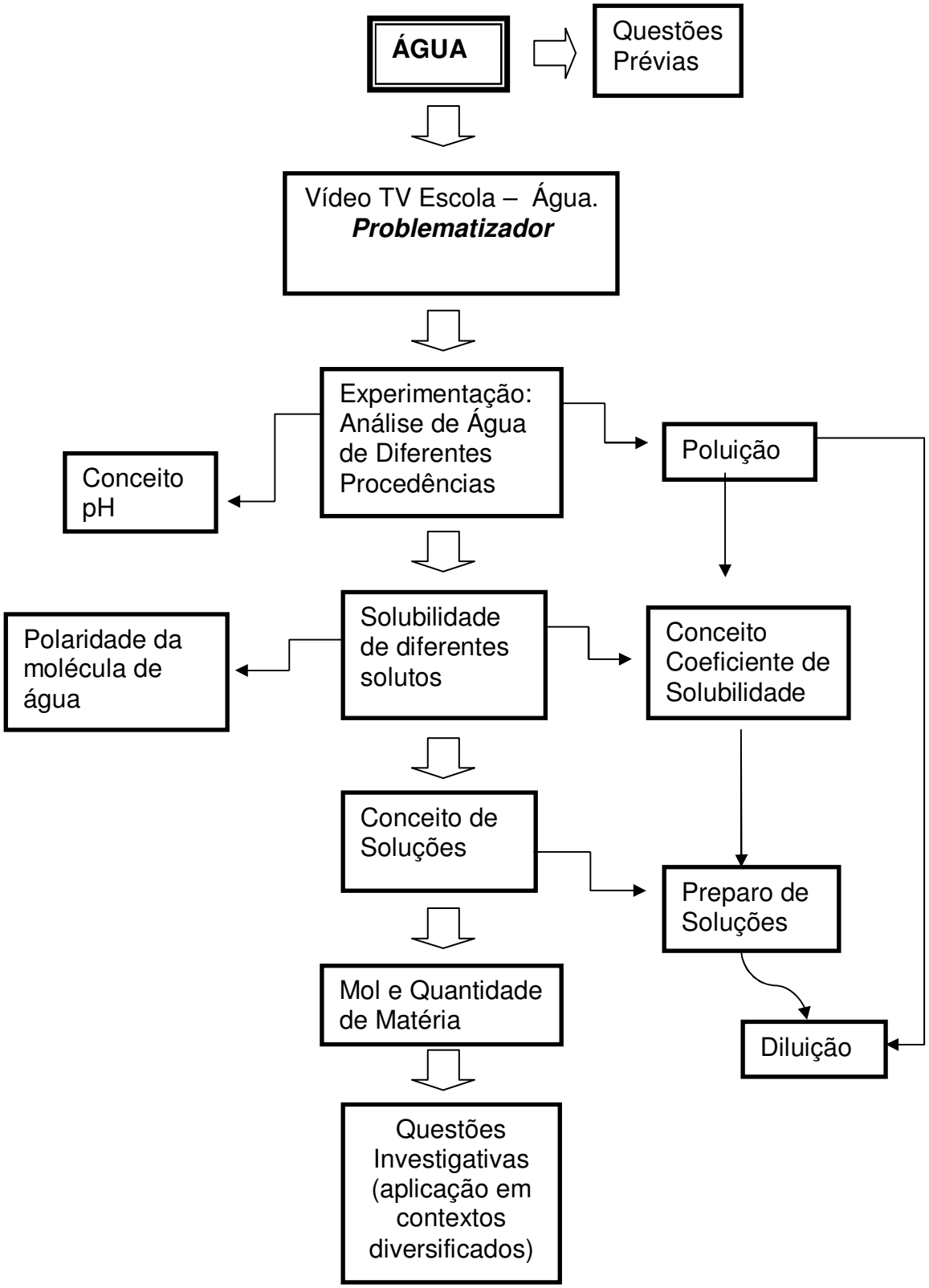


Figura 9. Seqüência didática 2º Ano

3º ANO (ENSINO MÉDIO)

Atividade Interdisciplinar (Química, Biologia): Vídeo da TV Escola: ***"O Mundo Secreto dos Jardins- A vida Reprodutiva das Plantas*** (Sala de Professor, 2007)***.***

Desenvolvimento:

- Utilização de texto mediador: "***De aromas, de Insetos e plantas***" - Ciência Hoje.

Experimentação:

- Espécies aromáticas em água fervente.
- Experimento sobre gases e difusão gasosa.
- Isômeros: produção de ácido fumárico a partir de ácido maléico.
- Extração de óleos essenciais de plantas.
- Antioxidantes.
- Influência do pH nas antocianidinas.
- Análise volumétrica: acidimetria utilizando indicadores vegetais.

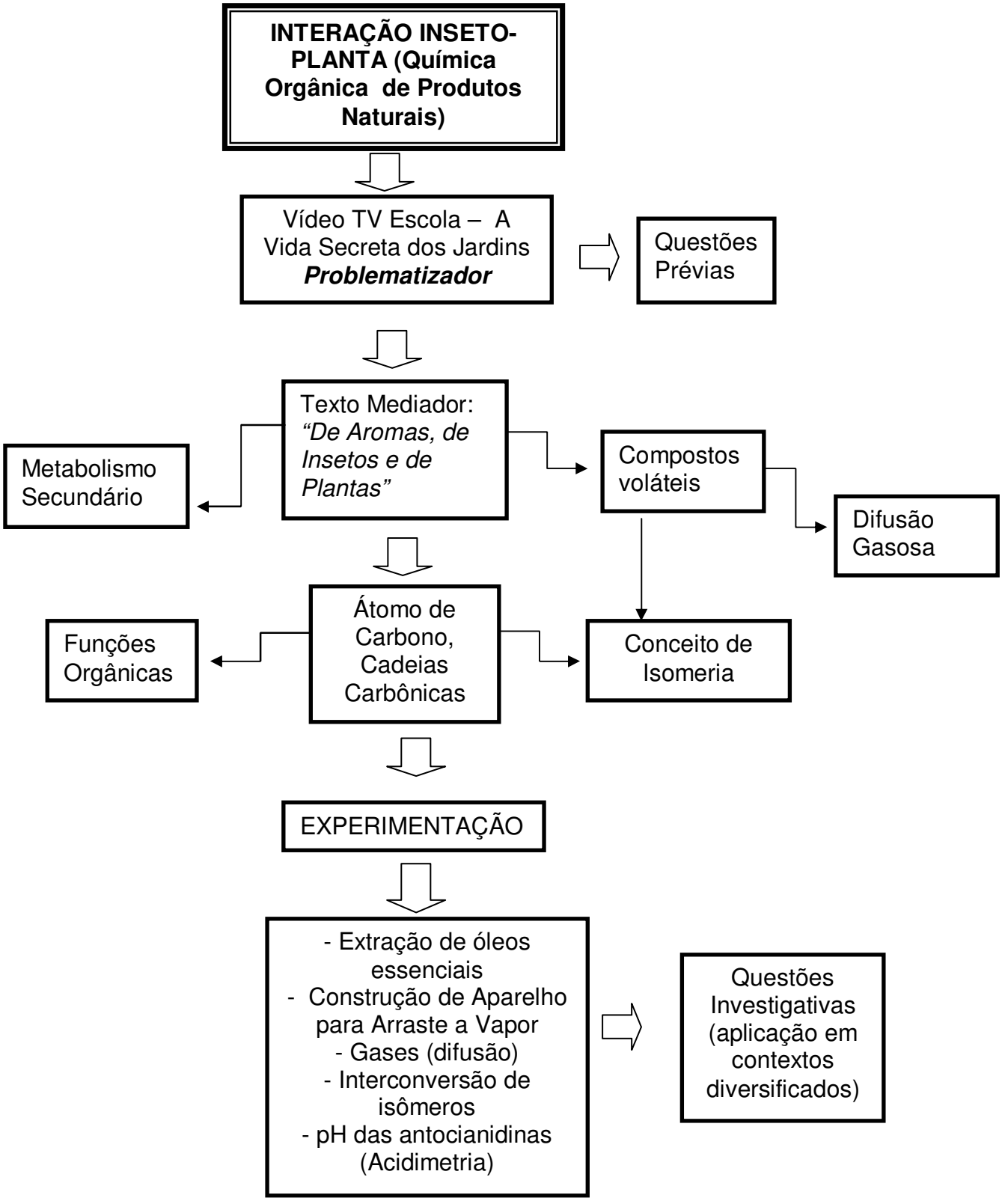


Figura 10. Seqüência didática: 3º

Cronograma de Execução

1º ANO DO ENSINO MÉDIO (1º SEMESTRE 2008)

QUINTA-FEIRA (PERÍODO DA TARDE) – 14:00 as 17:00

Datas:

24/04/2008 – 1º contato com os alunos na Escola (explicação do projeto).

- inscrição dos alunos interessados.
- Questionário individual.

08/05/2008 – Conhecimento do laboratório de Química da FEF , análise e discussão do vídeo "***Pigmentos: as essências da terra"*** TV ESCOLA (local de exposição do vídeo: anfiteatro da FEF) (Sala de Professor, TV ESCOLA, 2007).

15-05-2008- Produção de tintas com diferentes tipos de solo e produção de telas. Análise dos diversos tipos de solo.

- Buscar subsídios com a leitura e análise do livro paradidático: "Argilas, as essências da terra" de Aécio Pereira chagas. Coleção Polêmica. Editora Moderna.

22/05/2008 – Feriado Municipal

29-05-2008 - Verificação da condutibilidade elétrica do solo e condutibilidade de diversos materiais (Texto e experimentos GEPEQ).

05/06/2008 – Continuação dos experimentos de condutibilidade GEPEQ e verificação da presença de íons ferro no solo.

12/06/2008 – Correção do pH do solo.

19/06/2008 – Testando o pH de produtos caseiros com suco de repolho roxo e papel indicador universal

26/06/2008 – Fechamento da atividade – Questões e questionários.

2º ANO DO ENSINO MÉDIO (2º SEMESTRE 2008)

QUARTA-FEIRA (PERÍODO DA TARDE) – 14:00 as 17:00

Datas:

06/08/2008 – Conhecimento do laboratório de Química da FEF , análise e discussão do vídeo **"*Água"*** TV ESCOLA.

13/08/2008 – Atividade Inicial (Interface com Geografia).

- Análise do mapa do município e localização dos rios e córregos que cortam a cidade.
- Pesquisa das condições em que se encontram os rios da cidade (estão poluídos?)
- 20/08/2008 – Análise de água de diferentes procedências.

- Até quando um sólido é solúvel em água?

-27/08/2008 – Acidez da água. pH de água de diferentes procedências.

- Tratamento da água.

- 03/09/2008 – Concentração de soluções e diluição.

- 10/09/2008 – Preparo de soluções

- Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções.

- 17/09/2008 - Polaridade das moléculas de água.

- 24/09/2008 – Dureza da água

- Ação poluidora dos detergentes sintéticos

-01/10/2008 – Fechamento das atividades e avaliação final.

3º ANO DO ENSINO MÉDIO (2º SEMESTRE 2008)

QUARTA-FEIRA (PERÍODO DA TARDE) – 14:00 as 17:00

Datas:

02/10/2008 – Conhecimento do laboratório de Química da FEF , análise e discussão do vídeo **"Série: *O Mundo Secreto dos Jardins – A vida reprodutiva das plantas"*** TV ESCOLA.

09/10/2008 - Utilização de texto mediador: "***De aromas, de Insetos e plantas***" - Ciência Hoje. Reconhecimento de funções orgânicas.

Experimentação:

16/10/2008 - Espécies aromáticas em água fervente.

- Extração de óleos essenciais de plantas (construção do aparelho extrator).

23/10/2008 - Experimentação: Gases.

30/10/2008 – Texto de Veja na Sala de Aula (Vinho e Saúde).

06/11/2008 - Experimento isômeros geométricos (produção de ácido fumárico)

13/11/2008 - Influência do pH nas antocianidinas.

20/11/2008 - Análise volumétrica: acidimetria utilizando indicadores vegetais.

27/11/2008 – Fechamento da atividade (texto: interação inseto-planta).

A investigação

Capítulo 4

Processo e Investigação

4.1. A busca do conhecimento químico

De acordo com Tiba (1996), todos os que atuam na área de ensino concordam que tanto o professor quanto o aluno precisam gostar do que estão fazendo para que possam construir um conhecimento significativo proposto nos programas curriculares. Naturalmente, não podemos esperar que todos os alunos venham a amar Química, mas é muito importante que, no mínimo, não detestem a disciplina, que tenham predisposição para enfrentar as naturais dificuldades desse campo de conhecimento. Os alunos, em sua maioria, estão desmotivados pelas aulas sem cor nem sabor, com excessiva transmissão de conhecimento: "o professor deve ter muita criatividade para tornar sua aula apetitosa. Os temperos fundamentais são: alegria, bom humor, respeito humano e disciplina" (Tiba, 1996).

4.1.1. Atividades propostas para o 1º Ano (Dispositivos didáticos)

Concordando com o pensamento de Tiba (1996) e pensando num ensino mais dinâmico, que despertasse nos alunos a curiosidade, a criatividade, a crítica e pensando num canal alternativo para que os alunos buscassem seu aprendizado, iniciamos as atividades de mediação a partir da análise do vídeo: "***Pigmentos – Linhas, formas e cores"*** – TV Escola – Ensino Médio. Este programa revela, sob o ponto de vista histórico, técnicas e ferramentas utilizadas na preparação dos compostos responsáveis pelas cores nas obras de arte. Trata-se de um programa com tema interdisciplinar envolvendo as áreas de Química, Arte e História. O vídeo tem duração de 50 minutos.

Vygostsky e a teoria sócio-interacionista trazem importantes contribuições para a prática pedagógica. Para Vygotsky, o desenvolvimento e a aprendizagem são processos que se influenciam reciprocamente, de maneira que "a aprendizagem escolar orienta e estimula processos internos de desenvolvimento" (Vygostsky, Luria, Leontiev, 1998).

De acordo com Bernardelli (2004), o professor deverá ajudar o aluno na tarefa de aprender para possibilitá-lo pensar com autonomia e, para aprender, o aluno precisa ter ao seu lado alguém que o perceba nos diferentes momentos da situação de aprendizagem e que lhe responda de forma a ajudá-lo a evoluir no processo, alcançando um nível mais elevado no conhecimento.

Com intuito de conhecer o que pensa o nosso aluno buscamos elaborar questões prévias ao vídeo e experimentos realizados. Não se esperava que os alunos respondessem corretamente às questões. O que se pretendia era levantar as idéias que eles traziam, de seu cotidiano, sobre o assunto e relacioná-las com o que seria tratado nas atividades experimentais que se seguiriam. Os grupos discutiam cada questão e após consenso entre todos, um dos alunos escrevia na folha entregue para este fim. As folhas de resposta, após momentos de discussão, eram recolhidas pelo professor. Entendemos a importância do trabalho em grupo, à medida que se contribui para refletir o caráter social da Ciência e para a socialização dos alunos. A função socializadora do trabalho em equipe pode auxiliar na melhoria das habilidades sociais, como por exemplo, a concordância sobre um assunto entre diferentes sujeitos, sustentada no diálogo e na comunicação. Dessa forma os alunos aprendem a conciliar suas interações e necessidades com as dos demais integrantes e com aquelas do próprio grupo. Outra possível função do trabalho em grupo é favorecer a interações entre os pares em sala de aula, o que para a abordagem sócio-cultural significa apostar na aprendizagem dos alunos, pois, esta, embora não se reduza a dimensão social, está intrinsecamente alicerçada na interação entre os sujeitos. Por esses motivos, apostamos no trabalho em equipe como conteúdo de aprendizagem, da mesma forma que nos demais componentes tácitos nesse tipo de atividade, como: o diálogo, a autonomia coletiva, a co-responsabilidade e o respeito à opinião do outro. Nesse caso, nunca descuidaremos de verificar as opiniões pessoais, mas para facilitar o trabalho de coleta de dados, faremos análise da resposta consensual do grupo. Abaixo, indicamos as questões pré-vídeo, incluindo algumas respostas dadas para contextualizar a pesquisa.

1-) O que vocês entendem por solo?

G1. Entendemos que solo é o local onde habitamos, ocorre o desenvolvimento das plantas e que é rico em muitos minerais também.

G2. Lugar onde se planta se colhe e onde pisamos.

G3. Entendemos que solo tem de diferentes tipos. Alguns bons para plantação e outros muito secos como no Nordeste. Ele é muito importante para o desenvolvimento das plantas e para a extração dos minerais.
G4. Solo é o exterior da terra onde ocorre o crescimento das plantas e dos animais. É dele que o agricultor tira o seu sustento e é dele que se extrai muitos materiais que nos usamos em nosso dia-a-dia.

Os demais grupos deram respostas muito parecidas a esta primeira questão o que nos fez optar por não escrevê-las aqui.

2-) Na sua opinião, porque diferentes tipos de solo possuem diferentes cores?
G4. Porque diferentes solos têm diferentes minerais.
G5. Por que cada solo tem características próprias e substâncias próprias.
G6. Cada solo tem um tipo de rocha e cada rocha tem um tipo diferente de material (minerais).

Como visto anteriormente, em muitas das respostas os alunos mostraram que tem a idéia de que solo é um tipo de matéria e que esta é formada por muitos outros materiais (substâncias), mesmo não sabendo se expressar de maneira mais elaborada e cientificamente correta. O G5 fala em *substâncias próprias e o* G6 em *diferentes tipos de material (minerais).* Para que os alunos passassem de uma visão mais simplista para uma visão mais elaborada, solicitou-se que procurassem em diferentes fontes o conceito de solo e que trouxessem escrito em cartolina na próxima aula. Na aula seguinte, as cartolinas dos diferentes grupos foram recolhidas e foram colocadas na lousa. Os diferentes grupos puderam verificar os diferentes conceitos encontrados, momento este que mais uma vez propiciou a interação entre os grupos. Alguns grupos pesquisaram também as nomenclaturas e diferenças entre os solos.

Para ampliar ainda mais o conhecimento, foram fornecidas aos grupos diferentes tipos de textos sobre solo e composição dos mesmos (anexo 1). Após a leitura em grupo, pediu-se que, conjuntamente, elaborassem um conceito para solo. Fui anotando o que falavam e o encerramento da aula se deu a partir da escrita de uma definição para solo.

A intenção primeira era fazer com que a construção do conhecimento e apropriação do conceito pelos alunos fosse feita de maneira dinâmica e dialogada para que, assim, os significados e a linguagem do professor fossem paulatinamente apropriados pelos alunos (conhecimento compartilhado).

A superação de obstáculos passa necessariamente por um processo de interações discursivas, no qual o professor tem um papel fundamental, como representante da cultura científica. Nesse sentido, aprender ciências é visto como um processo de "enculturação", ou seja, a entrada numa cultura diferente da cultura do senso comum. Nesse processo, as concepções prévias do estudante e sua cultura cotidiana não têm que, necessariamente, ser substituídas pelas concepções da cultura científica. A ampliação de seu universo cultural deve levá-lo a refletir sobre as interações entre as culturas, mas a construção de conhecimentos científicos não pressupõe a diminuição do status dos conceitos cotidianos, e sim a análise consciente das suas relações (Schnetzler, 2004).

A segunda atividade realizada dentro da temática solos foi a ***"extração de pigmentos para produção de tintas"*** *(Anexo 1)*. Esta atividade foi sugerida pela equipe de professores do vídeo no programa denominado *Sala de Professor* – TV ESCOLA - MEC. Apesar do caráter lúdico-motivacional do experimento, nunca perdemos o foco em analisar a construção efetiva de conhecimentos químicos mediados pela experimentação. Dentro deste experimento pôde-se trabalhar com conceitos introdutórios importantes dentro da Química, conceitos estes relacionados a substâncias puras e misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, separação de misturas (decantação, filtração etc) e existência de substâncias responsáveis pelas diferentes colorações dos diferentes tipos de solo. Tais conceitos afloravam espontaneamente a partir da execução da atividade e eram sistematizados a partir da visita do professor em cada um dos grupos.

De acordo com Beltran e Ciscato (1991), os experimentos utilizam, portanto, todo o arsenal teórico disponível no momento em, que se realizam e, ao mesmo tempo, contribuem para a expansão e o aprofundamento dele. A aprendizagem de Química torna-se tanto mais sólida quanto mais se integram teoria e prática. Elas cumprem sua verdadeira função dentro do ensino quando contribuem para o estudante descobrir a estrutura do conhecimento químico (Beltran e Ciscato, 1991).

Ao final da atividade os alunos expressaram sua criatividade, pintando telas com a tinta produzida a partir do solo. Após secagem da pintura, estas foram emolduradas e levadas para casa.

Figura 11. Telas produzidas com a tinta feita de solo.

Em continuidade as atividades experimentais dentro do tema ***Solo,*** propôs-se a "***verificação da condutividade elétrica dos solos"*** (Pitombo e Marcondes, 1998) *(Anexo 1)*. Neste experimento, trouxemos pronto de antemão o equipamento para medir a condutibilidade elétrica (um para cada grupo).

Figura 12. Alunos executando a atividade experimental.

Cada grupo tinha na sua bancada os diferentes tipos de solo com que trabalharam na aula anterior, água de torneira e água destilada. Em seguida foi proposto que analisaríamos se o solo possui a capacidade de condução da corrente elétrica. Após entrega da folha de atividades, iniciamos com os seguintes questionamentos:

1-) Será que a água destilada pode conduzir a corrente elétrica? Por quê? Discuta em grupo e escreva na folha de resposta.

2-) Na sua opinião o solo totalmente seco poderia conduzir corrente elétrica?
3-) O que vocês poderiam fazer para que o solo seco passasse a conduzir corrente elétrica?

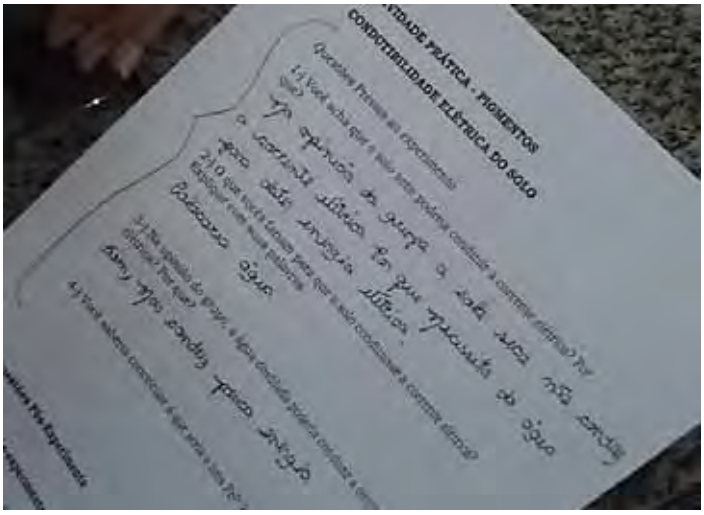


Figura 13. Questões prévias ao experimento realizado.

Na Questão 1, todos os grupos indicaram que seria possível a água destilada conduzir a corrente elétrica, mas somente um dos grupos (G4) relaciona a condutibilidade elétrica a presença de cargas elétricas, apesar de não indicarem a existência de cargas de sinais contrários. Os demais grupos indicam que "sim", somente por conta de a água ser condutora. Vejamos algumas das respostas à primeira Questão:

G1. A água destilada pode conduzir a corrente elétrica por que mesmo sendo pura ainda pode ser condutora como qualquer outro tipo de água. Muitas vezes ao ligar o chuveiro levamos choque.

G5. Sim, por que a água é sempre condutora não importando o tipo.

Os demais grupos seguem padrões parecidos de resposta e, portanto, estas não estão transcritas aqui. O grupo 4 é o único que relaciona a condutibilidade da água destilada a presença de cargas de sinais opostos.

G4. A água destilada pode conduzir a corrente elétrica por que possui cargas e estas cargas podem fazer passar a corrente elétrica.

Como podemos perceber a maioria dos alunos traz do senso comum a idéia de que a água seria condutora, porém não relacionaram o fato a presença dos íons na solução . Verifica-se, aí a necessidade de intervenção do professor na proposição

de outras atividades e questionamentos para elaboração do conhecimento pretendido, tomando-se o cuidado de apenas conduzir o processo e não dar as respostas "prontas". Após leitura das respostas pelos diferentes grupos, foi solicitado que realizassem o teste de introdução dos eletrodos no béquer contendo água destilada. Os alunos perceberam que a lâmpada acendia muito fracamente. Verificaram que suas suposições se confirmavam, mas vários alunos questionavam o porquê de ser tão fraca a luminosidade da lâmpada. Disse-lhes que faríamos à próxima atividade e conjuntamente tentaríamos responder ao questionamento. Solicitei, então que, misturassem o solo em água e antes da introdução dos eletrodos questionei-os: "O solo totalmente seco seria condutor de corrente elétrica"? Para esta questão todos os grupos disseram que "*não".* Mais uma vez questionei: Por quê? Abaixo estão transcritas algumas das respostas dadas pelos integrantes de alguns dos grupos:

G1. Não porque os minerais dele não podem agir.

G5. Não, pois nesse caso a condutibilidade elétrica é nula.

G4. Não pode conduzir a corrente elétrica porque as cargas elétricas do solo não estão dissolvidas.

Conforme a resposta do Grupo 1, podemos perceber que existe a noção de que as substâncias do solo é que são responsáveis pela condutibilidade elétrica deste, mas os obstáculos conceituais ainda são grandes para uma explicação com rigor científico maior. O Grupo 2 relaciona a não condutibilidade elétrica a uma certa nulidade do material solo quando seco. O G4, como demonstrado na resposta anterior, é o que se aproxima mais da resposta desejada, ainda que de forma bastante simplória, mostrando a noção de que para que houvesse condução elétrica seria necessária uma certa separação das substâncias em cargas. Porém, o grupo ainda não tem clara a noção de existência de íons em movimento na solução. Foi solicitado, então, que fizessem o teste. Pôde-se verificar que, apesar da confirmação das suas previsões, ainda não tinham claro a exata noção sobre o fato que tinham observado.

Após discussão em relação ao observado anteriormente, foi dado continuidade ao experimento. Foi solicitado que misturassem água no solo e introduzissem os eletrodos. Perguntei: "O solo, agora conduz, corrente elétrica? O que se observa em relação à luminosidade da lâmpada? Por que"? Tomemos para análise as respostas dadas pelo Grupo 1 e Grupo 4:

G1.A lâmpada se acende com maior intensidade que a água destilada porque os seus minerais estão dissolvidos na água. Na água destilada tem poucos minerais.
G4. O solo agora conduz a corrente elétrica porque existe os minerais em maior quantidade e esses minerais estão dissolvidos na água de acordo com suas cargas.
G6. A água destilada é pura e por isso conduz pouco a energia, mas o solo tem várias matérias e essas ficam dissolvidas na água que colocamos e a energia elétrica passa em maior quantidade.

Novamente verificamos a noção de que substâncias químicas são responsáveis pela menor ou maior condutibilidade elétrica da solução, porém os alunos ainda manifestam uma visão simplista e pouco rigorosa a respeito do fenômeno, fato este, que nos motiva a intervir junto aos alunos para fazer com que construam de maneira efetiva o conhecimento pretendido. A idéia de que substâncias condutoras de corrente elétrica sejam constituídas por átomos, ou grupos de átomos, carregados positiva ou negativamente pode ser utilizada para explicar a condutividade. Em busca de explicações a respeito da condutibilidade precisamos admitir a existência de íons e que estes estejam em movimento na solução. Levando isso em conta, percebe-se que, para compreender por que os materiais são condutores, deve-se aprofundar o conhecimento sobre as partículas e sobre a forma como estão organizadas nos diferentes materiais. Nesse sentido, a reflexão sobre os fatos observados no experimento pode conduzir a questões cuja discussão leve a maior entendimento sobre a constituição da matéria (Interações e transformações – GEPEQ). Passou-se a discutir com os diferentes grupos o que seriam esses materiais e as tais cargas elétricas indicadas por eles. Para um maior entendimento acerca dessa questão, trabalhou-se na aula seguinte com um software denominado "*Elementos Químicos"* da Secretaria de Estado da Educação, onde os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar sob orientação do professor, tópicos relacionadosa com a Estrutura Atômica. A partir do uso do software pôde-se chegar a definições de átomos neutros e íons e ao entendimento do porque da condutibilidade elétrica da água destilada e da solução de água e solo. A fim de avaliar a compreensão de conceitos relacionados a presença de íons na solução e a influência da concentração das espécies carregadas, foi entregue a cada um dos grupos um pequeno texto extraído da nova proposta curricular de Química implantada na Rede Pública do Estado de São Paulo em 2008:

"Quando as extremidades dos fios do dispositivo para observar a manifestação de energia elétrica associada a materiais, for introduzida no material, uma ou mais lâmpadas poderão acender, dependendo da capacidade que o material tem de conduzir corrente. Na água destilada, por exemplo, quando os dois fios são introduzidos, nota-se que somente a lâmpada de neônio se acende. Como corrente elétrica pressupõe movimento de cargas elétricas, então, o fato observado leva a supor que na água estão presentes partículas portadoras de cargas elétricas livres (chamadas íons), capazes de se movimentar, transportando energia elétrica. Contudo, ao se colocar o dispositivo de medir condutibilidade elétrica na água de torneira, percebe-se um brilho mais intenso do que o observado para a água destilada. Se o dispositivo for colocado em água do mar, as três lâmpadas se acenderão. Pode-se, assim, afirmar que a água do mar apresenta um grau de condutibilidade elétrica maior que a água potável e que a água destilada. Comparando-se a água destilada (água pura) com água potável, verifica-se que esta última apresenta um grau de condutibilidade elétrica superior ao da água destilada"(Caderno do Professor, Ciências da Natureza e suas tecnologia – Química, 2008). Considerando as informações do texto, questionou-se:

"Ao se adicionar sal de cozinha na água destilada e medir a sua condutibilidade elétrica com o dispositivo, o que você esperaria observar"? Por quê?

G1. Nós achamos que a água pura (destilada) vai conduzir um pouco e a água quando colocar o sal aumentará o brilho da luz porque tem mais substâncias e íons se movimentando.

G2. A água destilada tem menor número de íons e ao adicionar o sal, este deixará a água com maior quantidade de íons e as lâmpadas vão se acender.

G3. Por causa dos íons que são positivos e negativos e que estão circulando na água.

G4. A água destilada conduzirá um pouco, muito pouco, já quando colocar o sal ele vai se dissolver e vai ficar com maior quantidade de partículas íons com carga (+) e carga (-) na água.

G5. Tem íons que são positivos e outros que são negativos e que na água conduzem a corrente elétrica. Na água destilada é muito pouco, mas na água quando se coloca o sal aumenta a quantidade dos íons e então vai acender as lâmpadas com mais força.

G6. Na água destilada que é pura tem poucas cargas (+) e poucas (-). Já a água onde colocamos sal este de dissolve nela e daí aumenta a quantidade de cargas (íons) e então vai conduzir mais a corrente elétrica.

Pode-se perceber que agora todos os grupos têm a noção de que o brilho da lâmpada está relacionado à solubilidade e a maior ou menor concentração de certas partículas carregadas, explicando a alta condutibilidade elétrica da água com sal e ao acendimento somente da lâmpada de neônio quando os eletrodos são introduzidos na água destilada.

De acordo com a pirâmide da ***estrutura cognitiva***, parece-nos claro que as idéias de caráter geral (amplo e inclusivo) começam a se diferenciar progressivamente de maneira a chegar a idéias mais específicas (interaçõe entre o já existente e as novas informações).

O encerramento da atividade foi feita pelo professor que mais uma vez explicou as diferenças observadas e definiu íons (cátions e ânions).

A mediação foi à estratégia adotada e nos parece que ficou claro que este tipo de ação enriquece a atividade experimental e faz com que os alunos discutam em grupo e tragam à tona os conceitos que possuem e testem suas hipóteses, criando dessa maneira estratégias para solucionar o problema proposto.

Percebendo-se a necessidade de ampliação dos conceitos e visando a efetiva aprendizagem a respeito da condutibilidade dos diferentes materiais, buscou-se trabalhar parte do texto denominado ***"Como explicar que a matéria possa produzir conduzir e consumir corrente elétrica?"*** *(Anexo 2)* do livro Interações e Transformações – Química para o Segundo Grau do Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ, 1995).

Segundo Bruner, o currículo deve organizar-se de forma espiral, Isto é, trabalhar de forma periódica os mesmos conteúdos, cada vez com maior profundidade. Isso para que o aluno continuamente modifique as representações mentais que já esteja construindo **(Currículo Espiral)** (Raposo, 1995).

Procurou-se conduzir a aula segundo as instruções constantes do denominado Guia do professor do livro Interações e Transformações – Química Ensino Médio (GEPEQ, 1995). Solicitou-se que os alunos lessem em grupos o texto e anotassem palavras ou fenômenos descritos que não entendiam. Após leitura nos grupos promoveu-se uma leitura em "voz alta", onde os alunos nos diferentes grupos liam trechos do texto. Nesse momento o professor atuava esclarecendo dúvidas que

haviam surgido no primeiro momento de leitura. O texto introdutório apresentava uma breve descrição de experimentos realizados e idéias propostas por pensadores em diferentes períodos históricos. Segundo o material instrucional as atividades propostas desenvolveriam operações como classificação, seriação, controle de variáveis, raciocínio proporcional e consideração de diferentes possibilidades.

Em vista de se atingir os objetivos propostos, mais uma vez os alunos foram convidados a testar a condutividade de diferentes materiais, observando que as capacidades de conduzir corrente elétrica são diferentes. Com isso o aluno pode classificar os materiais testados como condutores ou isolantes, além de observar que a condutividade dos materiais pode apresentar diferenças na intensidade.

Por outro lado, a comparação das condutividades de uma substância, quando sólida, fundida e quando em solução, permite ao aluno identificar situações que propiciam a condução de corrente elétrica por essa substância.

A partir da classificação e comparação das observações realizadas no experimento, e da reflexão sobre fatos que o aluno conhece de sua vida diária, levantam-se hipóteses e questões que serão discutidas em atividades específicas

Nesta atividade utilizou-se um dispositivo constituído de um circuito interrompido entre os eletrodos – um circuito aberto. Dessa forma, para que qualquer das lâmpadas acenda, deveria haver entre os eletrodos um material capaz de conduzir corrente elétrica, fechando, assim, o circuito *(Anexo 3)*.

Para melhor acompanhamento dos resultados pelos alunos, foi entregue a cada grupo uma tabela onde constava o material a ser testado e a intensidade das lâmpadas 2,5, 5,0 e 100 W. Solicitou-se que anotassem os resultados utilizando a seguinte representação: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte.

Os alunos testavam os diferentes materiais e após discussão nos grupos classificava-os como condutores e mau condutores (isolantes). Percebia-se grande interação entre os pares e somente algumas vezes solicitavam a ajuda do professor.

Ao final do experimento os alunos foram solicitados a responderem a questões denominadas conclusões as quais foram discutidas pela classe, sob coordenação do professor.

Figura 14. Alunos executando a atividade proposta.

Em vista de se buscar o entendimento para o fenômeno da condutividade ou não dos diferentes materiais, colocou-se a questão: “Vocês conseguiriam dar uma explicação para o fato de alguns dos materiais testados serem condutores e outros não?” Uma variedade de respostas surge a essa pergunta, porém a título de exemplo citamos dois dos grupos, uma vez que todos seguem o mesmo padrão. Os alunos tendem achar que os materiais não condutores seriam aqueles que não apresentariam cargas elétricas. Levando isso em conta, percebe-se que, para compreender por que os materiais são condutores ou isolantes, deve-se aprofundar o conhecimento sobre as partículas e sobre a forma como elas estão organizadas nos diferentes materiais. Nesse sentido, a reflexão sobre os fatos observados no experimento pode conduzir a questões cuja discussão leve ao maior entendimento sobre a constituição da matéria (GEPEQ, Guia do Professor, 1993).

G1. Os condutores devem ter cargas e os isolantes não.

G4. Os materiais que conduziram a corrente elétrica possui cargas elétrica e daí a passagem da energia. Os materiais que não conduziram a corrente elétrica não possui essas cargas daí não ser condutoras.

Sempre com o intuito de ampliar o entendimento dos alunos em relação aos fenômenos observados, propôs-se a realização de mais uma atividade na tentativa de levar os alunos a compreenderem o porquê de alguns líquidos serem condutores e outros não.

Para analisar e procurar explicações para a condutividade de líquidos pode-se iniciar considerando as idéias que temos utilizado sobre a constituição da matéria e sobre a organização das partículas nos diferentes estados físicos (GEPEQ, 1995).

Para entender os modelos mentais dos alunos acerca da organização das partículas nos diferentes materiais, fez-se o seguinte questionamento: “Como você imagina a organização e o movimento das partículas no estado sólido? E no estado líquido? Represente através de desenhos.”

Foi interessante notar que os alunos têm a idéia de que no estado sólido as partículas (representadas por eles como bolinhas) estão muito unidas ao passo que o estado líquido as partículas estariam mais separadas uma das outras. Os alunos indicam nas suas falas que haveria espaço entre elas.

Na seqüência, uma segunda questão foi colocada: “Levando em conta as observações realizadas sobre a condutividade do hidróxido de sódio nos estados sólido e líquido, seria possível relacionar condutividade elétrica e liberdade de movimento das partículas? Explique a sua resposta”.

G1. Achamos que sim, pois quando o hidróxido foi aquecido as partículas se romperam e aí as cargas elétricas ficaram se movimentando.

G2. O hidróxido de sódio não conduz quando está seco, mas conduz quando a gente esquenta no fogo. Há uma quebra no hidróxido de sódio e as cargas se separam.

G3. Tem uma separação no hidróxido de sódio e as partículas (+) e (-) ficam soltas, daí passa a corrente elétrica.

G4. O hidróxido de sódio aquecido fica separado nas suas partículas positivas e negativas e daí poderá conduzir a corrente elétrica.

G5. Os íons (+) e (-) ficam soltos por causa do derretimento o que ocasiona a condutividade elétrica.

G6. O hidróxido de sódio seco não consegue conduzir. Quando esquentamos ele fica líquido e separa as cargas (+) e (-).

Como visto os alunos relacionam à condutividade do hidróxido de sódio fundido a presença de íons em solução, considerando que a condutividade elétrica depende da liberdade de movimento das partículas.

Aproveitou-se esse momento para uma rápida exposição, relembrando especialmente as definições de corrente elétrica (movimento de cargas elétricas) e

de neutralidade elétrica (igualdade de cargas positivas e negativas, exposição esta centrada na questão-título desta atividade) (GEPEQ, 1993).

Figura 15. Alunos em discussão pós experimentação.

Com o intuito de aprofundar ainda mais o conhecimento dos alunos sobre a condutibilidade das soluções aquosas, propôs-se mais uma atividade a fim de que o aluno tenha a oportunidade de perceber a variação de condutividade à medida que ocorre a dissolução, podendo relacionar condutividade e composição de soluções *(Anexo 4)*. Inicialmente colocou-se algumas orientações de segurança, já que o experimento envolveria o uso de ácidos e bases concentrados. Orientou-se que à medida que fossem realizando os procedimentos os alunos fizessem previsões sobre o que ocorreria comparando com as observações experimentais. Buscou-se mediar junto aos alunos à idéia da existência de íons.

Os alunos leram nos grupos o pequeno texto de introdução à atividade experimental. O texto lido discutia alguns dos fatos observados pelos alunos em atividades anteriores, como por exemplo, a constatação de que soluções de solutos diferentes (açúcar e sal), mas de mesmo aspecto, difeririam quanto ao comportamento relativo à condução de corrente elétrica. Foi feito, então, o seguinte questionamento: O que teria ocorrido na dissolução destes materiais a ponto de suas soluções serem condutoras? Após deixar os alunos pensarem sobre a questão, passou-se a execução experimental. Mais uma vez as bancadas foram equipadas com o aparelho para medir a condutibilidade e com os reagentes necessários. Entregou-se uma tabela que continha os materiais a serem testados solicitando que

a preenchessem a medida que testassem os materiais no início e após agitação, indicando a intensidade de brilho da lâmpada como (-) não acende, (+) luz fraca, (++) luz média, (+++) luz forte.

Os alunos observaram que algumas substâncias, quando dissolvidas em água, produziam soluções condutoras. Para melhor entendimento, colocou-se que essas substâncias seriam denominadas eletrólitos e, portanto nas substâncias denominadas eletrólitos deveria se supor a existência de íons. Os alunos ficaram surpresos ao verificar que o ácido acético não conduzia a corrente quando no estado líquido, mas tornava-se condutor ao ser adicionado em água. A partir deste fato foram colocadas mais duas questões que serviriam de ponte para atividades posteriores:

- Como explicar que substâncias, não condutoras no estado líquido, possam conduzir corrente elétrica quando dissolvidas em água?
- Como relacionar composição e condutividade de soluções?

A fim de buscar respostas a essas questões realizaram-se mais algumas atividades. A atividade seguinte tinha como título: “Como se explica a condutividade de soluções?” Para decidir qual das suposições seria capaz de explicar os fatos observados, colocaram-se mais algumas questões. De acordo com o Guia do Professor, relacionando o que se tem estudado até então, o aluno seria levado a elaborar os conceitos de dissociação e ionização, o que possibilitaria perceber que a idéia de existência de íons permitiria explicar o comportamento das soluções, bem como dos sólidos e dos líquidos com respeito à condutividade elétrica *(Anexo 4)*.

1. Considere a fraca condutividade da água, o fato do hidróxido de sódio sólido não ser condutor e que sua solução apresenta alta condutividade. O que se pode dizer da presença de cargas elétricas na solução?

G1. A água conduz pouco porque tem poucos íons. O hidróxido de sódio sólido tem os íons muito juntos e ao ser colocado na água ele vai separar em cargas (íons positivos e negativos).

G2. Os íons estão unidos no hidróxido sólido, mas quando põe na água eles se libertam ficando separados (cargas + e cargas -).

G3. A água quase não conduz nada. As pastilhas de soda não conduzem, mas quando coloca água ela passa a conduzir bastante porque separa os íons (+) e (-).

G4. O hidróxido de sódio em pastilha não pode conduzir porque os íons (+) e (-) estão muito perto e na água eles se soltam liberando cargas positivas e negativas, daí passa a corrente.

G5. As pastilhas de hidróxido de sódio tem os íons positivos e negativos muito juntos e ao ser colocado na água eles vão ser liberados uns dos outros e então passará a energia elétrica.

G6. O hidróxido de sódio puro não conduz porque as cargas estão unidas. Ao ser colocado na água ocorrerá uma quebra e libertará os íons (+) e (-).

2. É possível comparar a fusão e a dissolução do hidróxido de sódio em termos do "surgimento" de cargas elétricas e da liberdade de movimento? Justifique.

G1. Quando funde os íons são liberados porque estavam muito juntos e quando coloca-se na água eles são quebrados pela água e se libertam ficando em movimento.

G2. Os íons são libertados porque a substância é quebrada pelo fogo e pela água.

G3. A fusão libera os íons positivos e negativos e então eles ficarão se movimentando e daí passará a conduzir a corrente elétrica.

G4. Os íons são liberados quando aquecidos e quando se acrescenta água.

G5. A água separa os íons (+) e (-) e então ficarão em movimento e o fogo quebra a substância, liberando os íons positivos e negativos.

G6. O fogo vai quebrar a substância química em duas partes. Uma positiva e outra negativa. A água também vai separar os íons (+) e (-) que ficarão se movimentando e conduzirá a energia elétrica.

3. No teste realizado com o açúcar em água, o efeito causado pelo açúcar foi igual ao causado pelo sólido cloreto de sódio em água? Explique sua resposta.

G1. Não, foi diferente. Notamos que no açúcar em água não ocorre o acendimento das lâmpadas. No caso do cloreto de sódio ocorre o acendimento. Achamos que no açúcar não tem quebra em íons positivos e negativos e no cloreto de sódio sim.

G2. Na açúcar em água não acende a lâmpada. No cloreto de sódio em água tem o acendimento da lâmpada por que os íons (+) e (-) são liberados e na açúcar não tem íons.

G3. Quando coloca açúcar na água não ocorre o acendimento da lâmpada pois não tem quebra de íons. O cloreto de sódio é quebrado nos íons positivos e negativos e aí ocorre a passagem da energia.
G4. O açúcar não contém íons. O sal de cozinha tem íons (+) e (-) que são soltos na água e aí conduz a corrente elétrica.
G5. A água separa os íons do sal em (+) e (-), já o açúcar não tem íons para serem separados.

4. O ácido acético glacial, embora sendo líquido, não apresentou condutividade. No entanto, à medida que foi sendo adicionado à água, observou-se um aumento gradativo no grau de condutividade da solução. Neste caso, o que você pode dizer sobre o surgimento de cargas elétricas?

G1. Acreditamos que quando ele está puro, ele está inteiro e não é quebrado. Quando coloca água aparece as cargas e daí poderá conduzir a corrente elétrica.
G2. Quando colocamos água no ácido acético ele vai conduzir a corrente elétrica porque deve libertar os seus íons (+) e (-).
G3. O ácido acético não conduz quando ele está puro. Quando colocamos água ele vai conduzir. Deve ser ao fato de ele ser quebrado nas suas cargas.
G4. Só pode conduzir a corrente elétrica quando for colocado na água. Nesse caso, ele vai liberar suas cargas (íons).
G5. Não libera quando está líquido, mas pode liberar quando for colocado a água. A água deve separar os seus íons e daí conduzirá cada vez mais.
G6. O ácido acético puro não conduz a corrente elétrica porque está inteiro sem se separar. A água, quando colocamos separou as suas cargas em (+) e (-).

Verificamos que à medida que os alunos vão discutindo nos grupos, os conceitos iam fluindo de maneira espontânea. Este momento de interação é de extrema importância na nossa análise, pois podia-se perceber claramente a elaboração de modelos pelos alunos. Vygotsky defende que a criança aprende melhor quando é confrontada com tarefas que impliquem um desafio cognitivo não muito discrepante, ou seja, que se situem naquilo a que o psicólogo soviético chama de desenvolvimento próximo. Esta teoria tem importantes aplicações no processo de instrução: o professor deve propiciar aos alunos a oportunidade de aumentarem as suas competências e conhecimento, partindo daquilo que eles já sabem, levando-os a interagir com outros alunos em processos de aprendizagem cooperativa.

Provavelmente, a maior originalidade da teoria de Vygotsky reside na ênfase que ele dá ao papel dos contextos culturais e da linguagem no processo de aprendizagem. Jerome Bruner desenvolveu esta idéia e introduziu-a na proposta do currículo em espiral, o qual, no fundo é uma aplicação da tória da zona de desenvolvimento próximo.

Encerrou-se a atividade com a leitura do texto Conclusões *(Anexo 4)* do material instrucional do Livro Interações e Transformações nos grupos, seguindo de uma discussão geral, sob orientação de professor. Utilizou-se o momento de encerramento para sistematizar conjuntamente com os alunos os conceitos de íons, solução condutora, cátions, ânions e especialmente os conceitos de dissociação e ionização.

A próxima atividade experimental proposta pretendia mostrar por meio de reação química a ***"presença de íons Fe^{3+} no solo"*** (Pitombo e Marcondes, 1998) *(Anexo 5)*. Nesta atividade experimental, num primeiro momento, colocou-se dois recipientes contendo solos de coloração esbranquiçada e avermelhada.

Figura 16. Diferentes tipos de solos analisados pelos alunos.

Figura 17. Visão geral de uma das bancadas com reagentes e vidrarias utilizadas na atividade prática.

Em seguida questionou-se: “Na sua opinião, qual dos solos, deverá apresentar maior quantidade (concentração) de íons ferro”?

Nessa questão, todos os grupos, com exceção do Grupo 2, que respondeu não saber, indicaram o solo avermelhado como o que deveria possuir maior quantidade de íons Fe^{3+}. Após todos discutirem e darem a sua resposta, cada um dos grupos comentou a resposta dada. Então, perguntei: “Por que a maioria de vocês acredita ser solo avermelhado o que possui maior quantidade de íons Ferro”?

Para essa resposta, somente o Grupo 4 respondeu, especialmente o aluno que denominaresmos *A1*:

G4. (A1) Já estudei que a ferrugem tem ferro e ela tem cor avermelhada tipo cobre. Então acho que o solo que tem mais íons de ferro deve ser o que tem cor vermelha mais forte.

Após todos ouvirem a reposta do Fernando, todos concordaram com o que ele falara. O Grupo 2 que anteriormente havia dito não saber a resposta, agora indicava ser o solo avermelhado o que possui maior quantidade de ferro.

O fato exposta acima, nos dá indicação de que o processo pelo qual os alunos desenvolvem novas maneiras de explicar podem envolver interações dialógicas entre professor e alunos ou entre pequenos grupos de alunos. Nessas interações, o adulto (ou um colega mais competente) fornece aquilo que Bruner (1998) chamou de “andaime” *(scaffolding)* para aprendizagem dos alunos enquanto eles constroem novos significados para si mesmos (Driver et al, 1998).

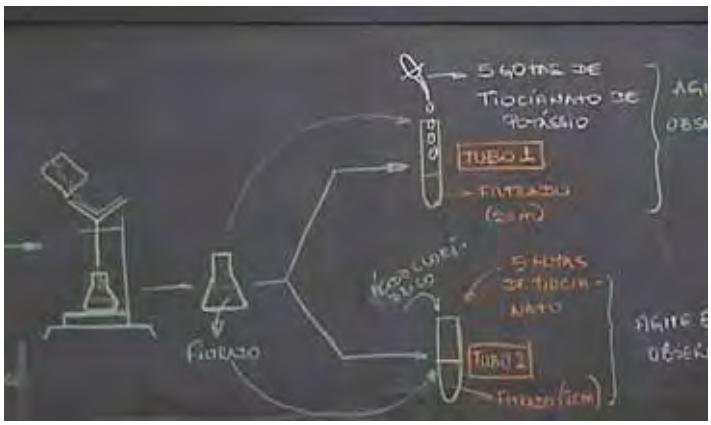


Figura 18. Orientações dadas pelo professor na lousa

Como elemento de mediação pedagógica, foi proposta a leitura do texto “O solo” extraído da “*Experimentoteca de Solos – Projeto Solo na Escola – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR” (Anexo 6).*

O texto foi primeiramente lido e discutido pelos alunos nos grupos. Após leitura, foi solicitado que fizessem o experimento, colocou-se algumas perguntas para que os alunos discutissem entre eles e escrevessem suas respostas nas folhas de respostas. Abaixo, indicamos as questões propostas:

“As suas previsões sobre a concentração de íon Fe^{3+} foi acertada? Qual deles possui mais íons Ferro? Qual e evidência (sinal) que permitiu a sua conclusão”?

G1. Provavelmente o solo avermelhado porque ao se adicionar o tiocionato a cor no tubo ficou mais forte (vermelho). .

G2. O solo avermelhado porque deve possuir mais substâncias de óxido de ferro e íons Fe^{3+}, por causa disso a coloração ficou mais intensa ao se adicionar o tiocianato.

G3. O solo esbranquiçado tem pouco óxido de ferro, que dá uma cor mais vermelha para o solo. O solo esbranquiçado deve ter muito menos óxido de ferro. O solo avermelhado, ao se colocar o tiocianato, fica com cor mais forte (vermelho). Nesse caso as nossas previsões foram acertadas.

G4. O óxido de ferro deve estar em maior quantidade no solo que tem a cor avermelhada, pois ele dá essa cor ao solo e o esbranquiçado tem muito pouco óxido de ferro. A mudança de cor no tubo (vermelho forte) indica a presença de maior quantidade de íons Fe^{3+} em relação ao solo esbranquiçado, que fica mais claro.

G5. Na nossa opinião o solo vermelho tem óxido de ferro abundantemente ao passo que o solo esbranquiçado tem pouco e o óxido de ferro é que dá a coloração vermelha.

G6. O solo vermelho tem maior quantidade de óxido de ferro o que não ocorre com o solo esbranquiçado. Após a adição do tiocianato de potássio, o tubo que tinha o solo avermelhado fica com um vermelho mais intenso que o do solo esbranquiçado. A evidência (sinal) foi à mudança de cor.

Figura 19. Alunos mostrando os resultados obtidos.

Como em atividade anterior, havíamos trabalhado com o software sobre estrutura da matéria, questionei-os sobre o que indicava o íon Fe^{3+}. As respostas foram:

G1. Átomo que perdeu três partículas negativas e ficou positivo.

G4. Partícula positiva porque perdeu elétrons.

Todos os demais grupos deram repostas semelhantes, o que indica que parecem entender efetivamente que o íon Fe^{3+} surge por conta da perda de elétrons.

A partir das respostas dos grupos, podemos verificar que todos, sem exceção, relacionaram a coloração avermelhada com a maior concentração de óxidos de ferro, confirmando suas previsões anteriores. Porém, uma dúvida ainda pairava no ar: O que seria o óxido de ferro, ou melhor, o que seria um óxido? Muitos dos alunos fizeram essas perguntas. Para tentar esclarecer a dúvida, busquei um texto denominado "*Abaixo do seu pé" (Anexo 7)* do Projeto Escola e Cidadania da Editora do Brasil (Júnior e Jordão, 2000).

Figura 20. Texto utilizado como instrumento de mediação Pedagógica.

Os alunos leram nos grupos e foram orientados que à medida que fossem lendo, grifassem as palavras que não compreendiam e que anotassem os nomes e símbolos dos elementos citados no texto. Pedi que procurassem no dicionário deixado em cada grupo o significado das palavras desconhecidas. Em seguida pedi que um dos alunos lesse em voz alta para toda classe. A partir de uma tabela fornecida no texto sobre a composição do solo (tabela com fórmulas químicas de vários óxidos), pedi que indicassem qual elemento era comum a todos eles. Os alunos de imediato responderam: "*O oxigênio".* Novamente perguntei: "Vocês poderiam criar a sua maneira uma definição para óxidos?". Solicitei que escrevessem na sua folha de resposta. Abaixo segue as respostas dadas:

G1. São compostos que possuem o elemento oxigênio. São encontrados no solo.

G2. Os óxidos têm sempre o oxigênio na direita e na esquerda tem vários outros elementos.

G3. Na terra existe óxidos e todos tem o elemento oxigênio na sua formação.

G4. Óxidos são compostos que tem sempre o oxigênio em diferentes quantidades na fórmula. São sempre formados por dois elementos, mas o oxigênio está sempre presente.

G5. Os compostos denominados óxidos tem sempre o elemento oxigênio ligados a outros elementos da tabela periódica.

G6. Todos os óxidos tem em comum na sua fórmula o elemento oxigênio e este está preso a outros tipos de elementos.

Neste momento deixei aflorar suas concepções espontâneas, sem nenhuma preocupação em classificar os óxidos em ácidos, básicos ou neutros. Somente pretendia que reconhecessem o que seria um óxido e que construíssem o conceito operacional de óxidos. Após discutir juntamente com os alunos as respostas dadas, construímos juntos uma definição para óxidos:

"Óxidos são compostos binários na qual o segundo elemento constituinte é sempre o oxigênio". O mais importante é que todos afirmaram que se tivessem que ler um texto químico qualquer, que tivesse a fórmula química de um óxido, com certeza saberiam identificá-lo como tal.

Com intuito de trabalhar a acidez do solo, a próxima atividade experimental propunha que se analisasse a *acidez do solo* coletado (Pitombo e Marcondes, 1995) *(Anexo 5)*. Antes da realização da atividade experimental foi solicitado que formulassem algumas hipóteses para tentar descobrir como o pH do

solo é determinado. Após discussão em grupo anotaram a resposta no espaço do roteiro previamente entregue aos grupos. Algumas das respostas estão transcritas abaixo:

G1. O solo precisa ser dissolvido em água e após assentar no fundo do recipiente, deve-se tirar um pouco e colocar um produto químico para verificar a sua acidez.

G2. A acidez do solo pode ser determinada através de aparelhos de laboratório.

G3. O solo pode ser ácido e isso dificulta o desenvolvimento das plantas. Para saber se o solo é ácido ou básico, adicionamos reagentes específicos para a determinação da acidez.

G4. Os minerais dissolvidos no solo podem deixá-lo ácido ou não. Para determinar a acidez devemos adicionar reagentes específicos de laboratório.

G5. Podemos determinar a acidez ou não do solo por aparelhos de laboratório ou outros materiais que serão adicionados ao solo misturado com água.

G6. O solo deve ser dissolvido em água destilada e levado para o laboratório de Química. No laboratório será adicionado um reagente próprio para determinação da acidez.

Mais uma vez detectamos que os alunos traziam consigo conceitos prévios de que determinadas substâncias químicas poderiam indicar a acidez do solo que coletaram. Para uma melhor compreensão do experimento foi colocado que os nomes corretos dos “materiais” ou “reagentes específicos” dados por eles nas respostas são os “indicadores ácido-base”. Nesse momento, foi mostrado aos grupos o papel indicador universal, papel tornassol azul, papel tornassol vermelho, fenolftaleína e um pHmetro para que os alunos pudessem visualizar os “materiais” que são utilizados em laboratórios para analisar a acidez ou basicidade. Os alunos se mostraram curiosos, principalmente no processo de funcionamento do pHmetro. Após a visualização dos indicadores, cada um dos grupos recebeu o roteiro para realização da atividade experimental. Nesse momento começamos a discutir o conceito de pH e começamos a montar uma escala de pH utilizando o suco de repolho roxo (Pitombo e Marcondes, 1998) *(Anexo 5)*.

Figura 21. Preparação da escala de pH com suco de repolho roxo.

Após a construção da escala de pH com o suco de repolho roxo, os alunos testaram a acidez ou basicidade para o solo coletado. Verificaram comparando com a escala de cores que o solo coletado se encontrava ácido. A fim de melhor sedimentar o conhecimento testou-se, também, diversos produtos de uso doméstico.

Figura 22. Resultado da análise da acidez do solo e comparação com a escala de pH produzida.

Figura 23. Teste de produtos de uso doméstico utilizando a escala de pH produzida com repolho roxo.

A curiosidade sobre o funcionamento do papel indicador universal e do pHmetro fez com testassem as soluções anteriores utilizando esses materiais. O teste com o pHmetro e o papel indicador universal propiciou um momento rico de discussões, pois puderam comparar que os resultados usando o suco de repolho roxo se aproximava muito dos resultados utilizando os equipamentos de laboratório. Os alunos concordaram que o suco de repolho roxo realmente funcionava para indicar a acidez dos diversos materiais. A partir das atividades propostas e das discussões acerca das mesmas pode-se perceber claramente que os alunos adquiriram uma certa autonomia ao conversar sobre materiais ácidos e básicos não demonstrando dificuldade em trabalhar com a escala de pH. As discussões em grupo e a fala dos alunos mostravam claramente que o pensamento químico começava a se constituir e isso é o que nos importava.

O encerramento da atividade com solos se deu com o processo de ***correção da acidez*** (Pitombo e Marcondes, 1998) *(Anexo 5)*. Discutiu-se previamente a importância da correção do pH do solo para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais. O solo trabalhado tinha características ácidas, portanto os alunos utilizaram o carbonato de cálcio para correção do pH e compararam com a escala de cores do suco de repolho roxo, após sucessivas diluições do solo com água destilada. No roteiro estavam indicadas as equações representativas da reação entre o carbonato de cálcio com o solo ácido. Não era nossa pretensão, num primeiro momento, a representação do fenômeno pelas equações, mas o interessante foi notar que os alunos ao verem as equações do roteiro, liam as mesmas indicando corretamente as espécies químicas como íons positivos e negativos, denominando-os corretamente de cátions e ânions. A partir das discussões em grupo, pode-se perceber que os alunos mais uma vez adquiriram autonomia na classificação das espécies químicas em cátions e ânions. Os alunos indicavam corretamente que o íon H^+ perdeu um elétron, o íon Ca^{2+} perdeu dois elétrons.

Após cada atividade os alunos respondiam a um questionário onde se pretendia avaliar o grau de interesse em relação ao experimento proposto, o efetivo entendimento dos objetivos do experimento, ligação do experimento realizado com o vídeo (organizador) assistido, importância das discussões em grupo e sobre as orientações do professor (mediação) e, ainda, como se sentiam durante a

realização da atividade experimental. Os dados obtidos para experimentos e/ou atividades realizadas encontram-se representados nos gráficos abaixo indicados.

4.1.2. Análise de dados a partir dos gráficos construídos: atividades 1º Ano Ensino Médio.

ATIVIDADE PRÁTICA : "VERIFICAÇÃO DA CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA DOS SOLOS"

A partir da análise dos dados, pode-se constatar que a grande maioria dos alunos consideraram o experimento realizado muito interessante. Este fato foi constatado pela nossa observação em relação ao envolvimento dos mesmos, o que pudemos notar no desenrolar da atividade. Nenhum dos alunos considerou a atividade pouco interessante ou mesmo nada interessante.

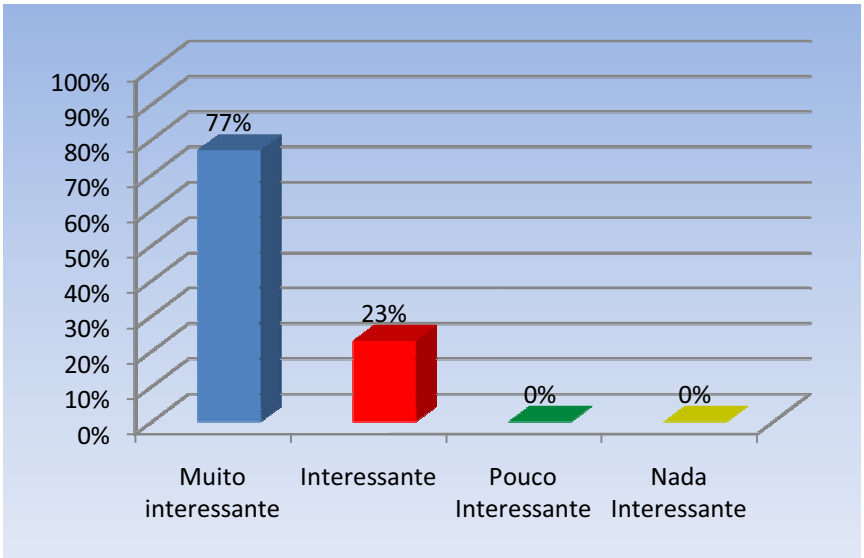


Figura 24. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

A maioria dos alunos consideraram a atividade experimental executada de fácil realização, não encontrando grandes dificuldades na execução do experimento. Somente 02 alunos atestavam ter encontrado dificuldades na realização da atividade experimental.

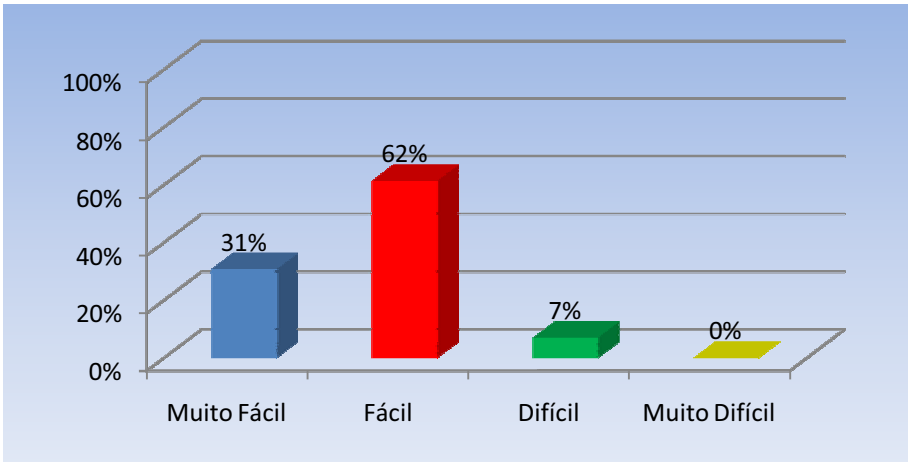


Figura 25. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

Buscou-se verificar se os alunos se sentiram confortáveis frente à situação proposta e, nesse item, pode-se constatar que a grande maioria dos alunos se sentiram "nada perdidos" durante a execução da atividade experimental. Esse fato nos permite concluir que a mediação e a aula dialogada funcionaram como fatores decisivos para o bom entendimento da situação proposta, dando o suporte necessário para o desenvolvimento da atividade experimental. Chamou-nos a atenção de que nenhum dos alunos apontaram se sentir perdidos ou muito perdidos durante a realização do experimento.

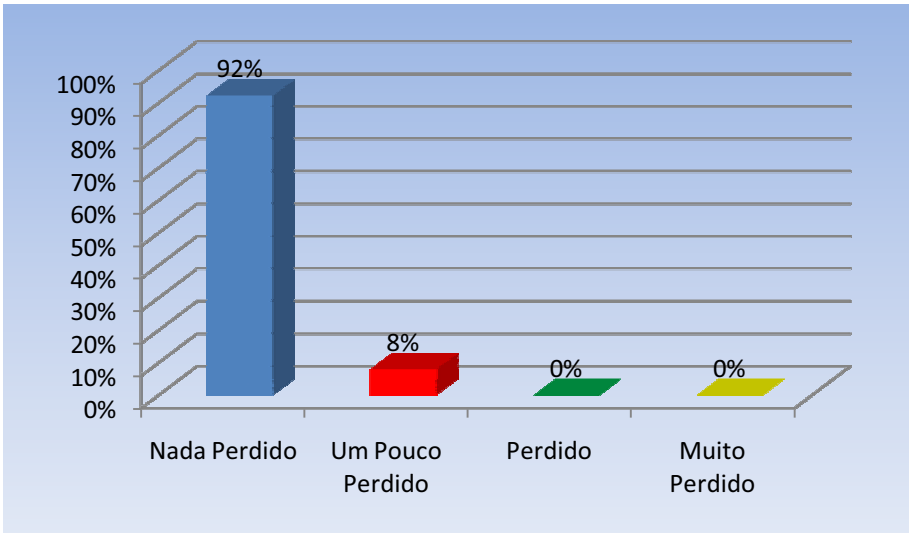


Figura 26. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental

.

Os alunos apontam que as discussões em grupo e as orientações do professor muito facilitaram o entendimento do que se estava fazendo. Neste item

todos os alunos responderam, sem exceção, que o diálogo entre os pares foi decisivo para a construção dos conhecimentos, indicando que o fomento à instauração do discurso argumentativo no decorrer do processo ensino-aprendizagem propiciam interações entre os alunos e entre os alunos e o professor e conduzem os estudantes à resolução de problemas autênticos e a discussão/comparação/argumentação posterior a respeito dos mesmos (Sá e Queiroz, 2007).

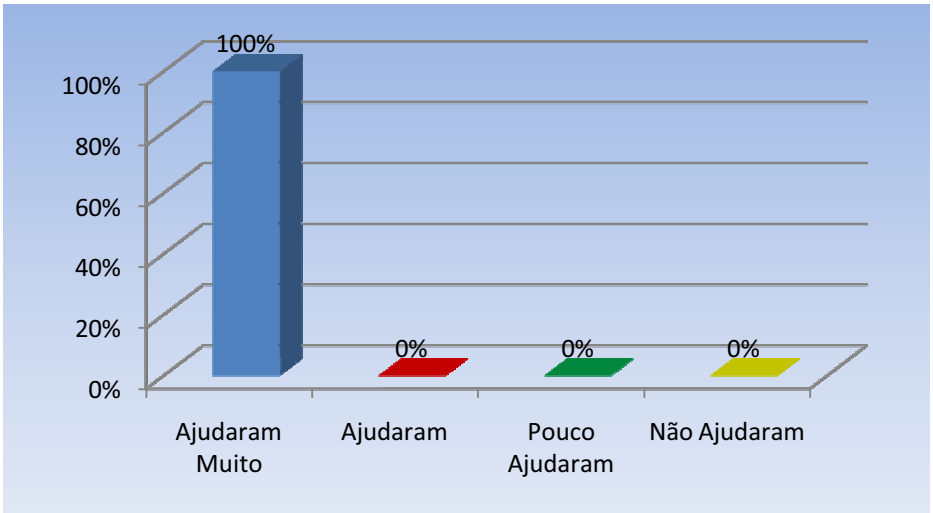


Figura 27. A importância dada às discussões em grupo.

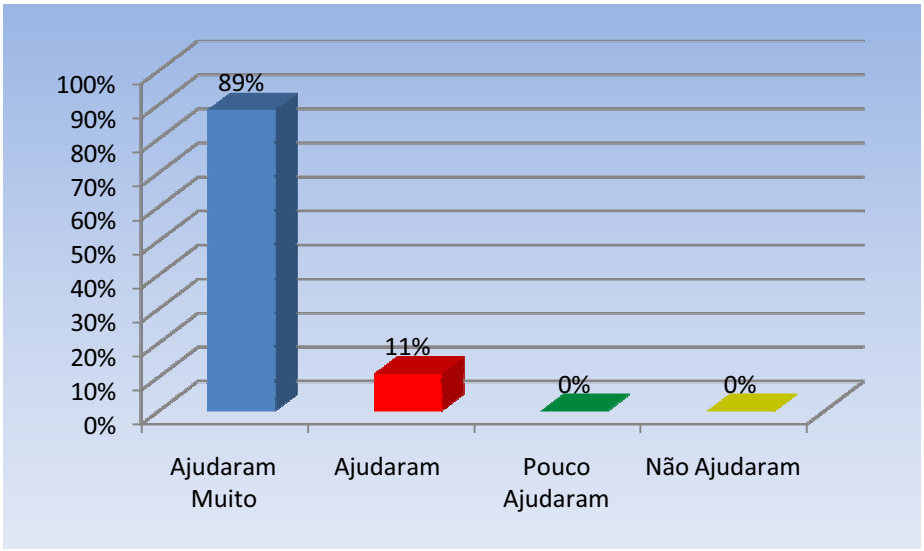


Figura 28. A importância dada às orientações do professor.

Os alunos em sua grande maioria apontam haver ligação entre o vídeo assistido e o experimento realizado. Em diálogo com os alunos nos diferentes

grupos pode-se constatar que o vídeo realmente funcionou como um elo, favorecendo uma melhor compreensão do que se pretendia realizar.

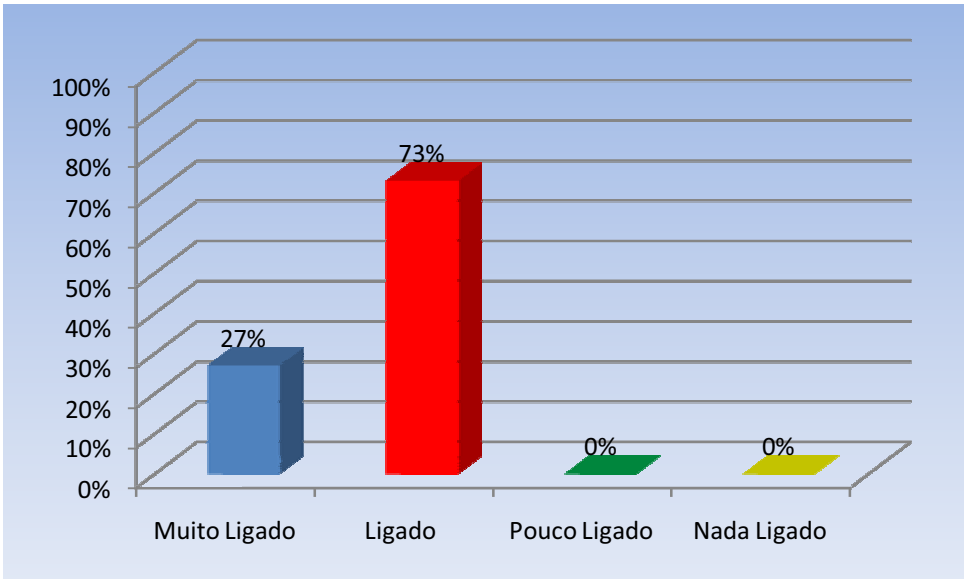


Figura 29. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

O entendimento do objetivo da atividade experimental é de fundamental importância para o aprendizado efetivo e não mecânico do que se realiza no laboratório. Chamou-nos a atenção neste item que todos os alunos responderam ter entendido claramente o objetivo da atividade experimental.

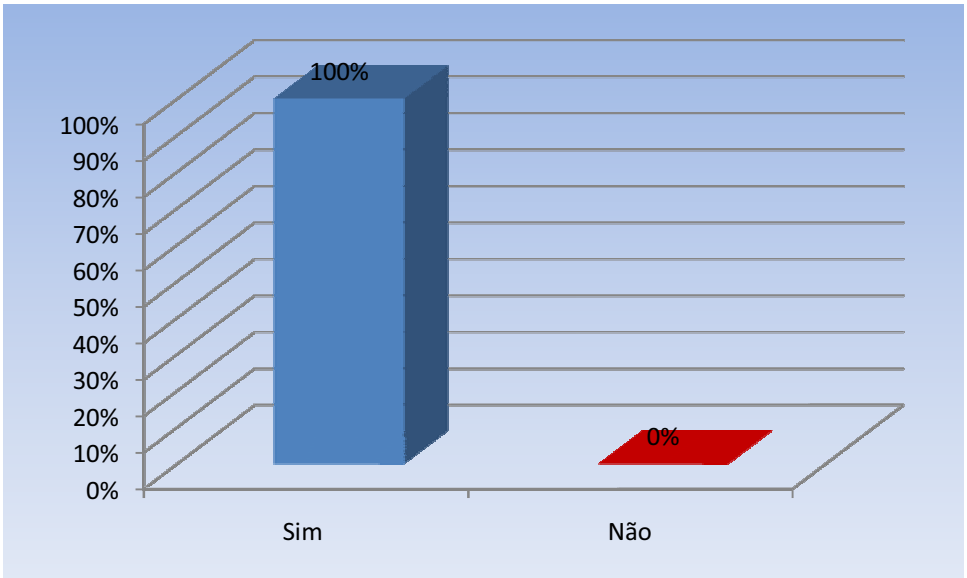


Figura 30. Compreensão do objetivo do experimento.

ATIVIDADE PRÁTICA: "PRESENÇA DE ÍONS Fe^{3+} NO SOLO ANALISADO"

Na segunda atividade propôs-se uma análise qualitativa da presença dos íons Fe^{3+} no solo que trouxeram para a sala de aula. Neste item a maioria dos alunos indicou que o experimento estudado foi muito interessante.

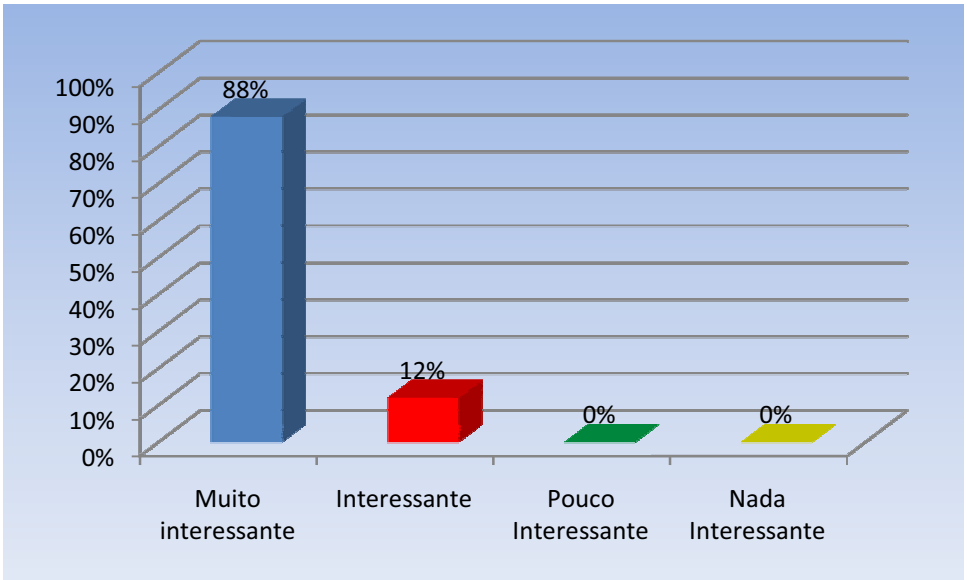


Figura 31. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

Chamou-nos a atenção o fato de que os alunos se mostravam mais a vontade na manipulação dos materiais do laboratório (vidrarias e reagentes), revelando dessa forma uma certa autonomia na execução experimental. Somente dois alunos consideram a atividade difícil e a maioria indicou que a realização da mesma é muito fácil ou fácil, indicando, portanto que se sentiam nada perdidos. Somente dois alunos indicaram que ficaram um pouco perdidos no desenrolar da atividade.

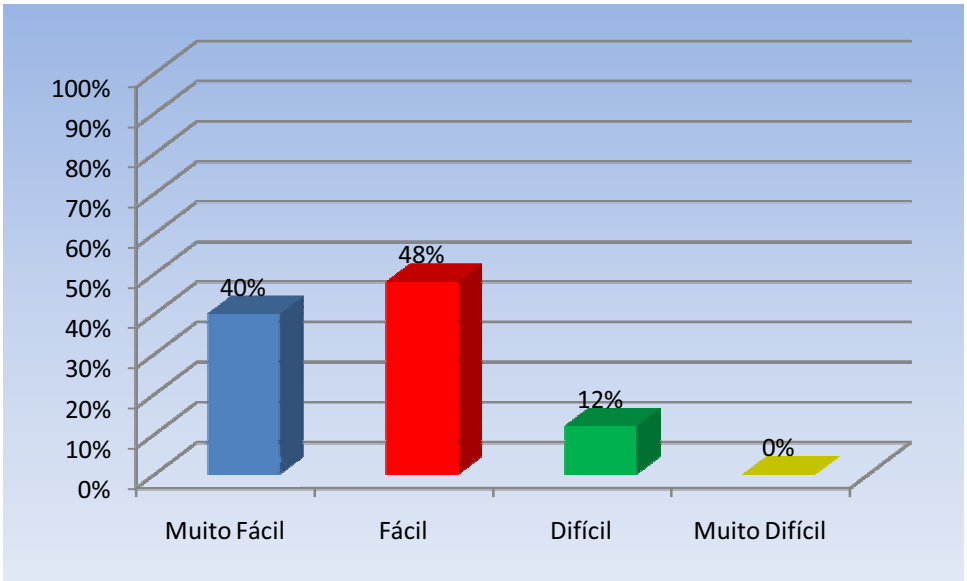


Figura 32. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

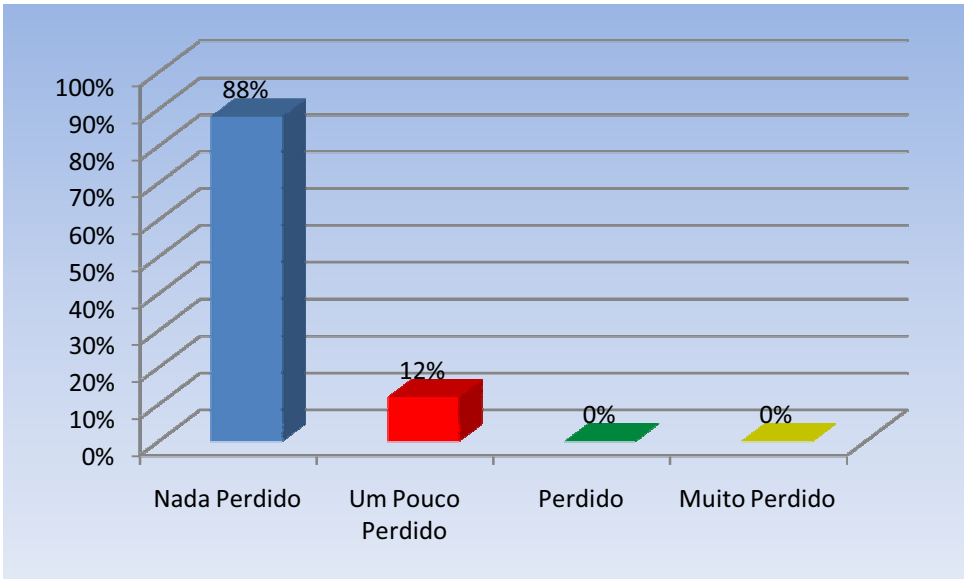


Figura 33. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

Novamente pode-se constatar pelas respostas dadas que as discussões em grupo e as orientações dadas pelo professor foram decisivas para o processo de aprendizagem e execução da atividade experimental proposta.

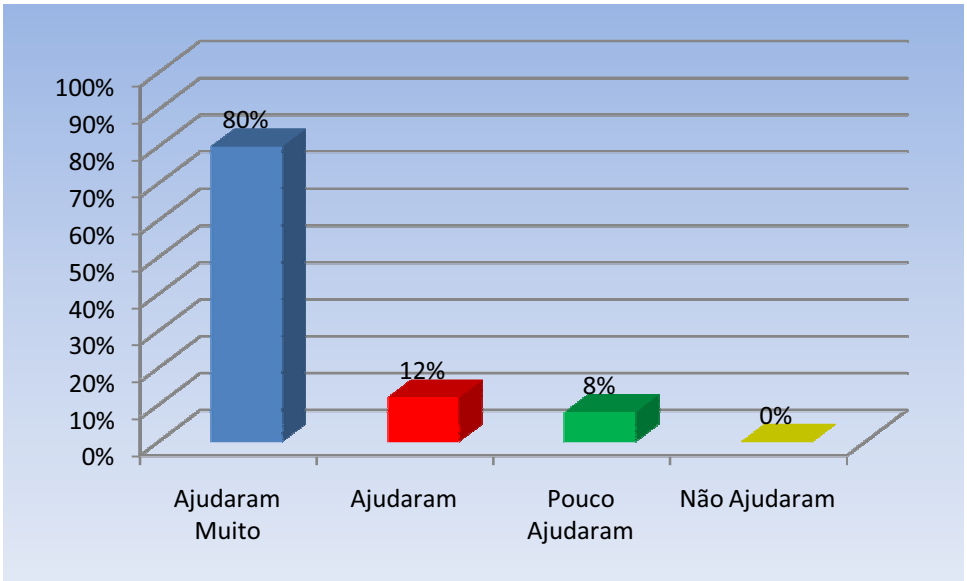


Figura 34. Importância dada às discussões em grupo.

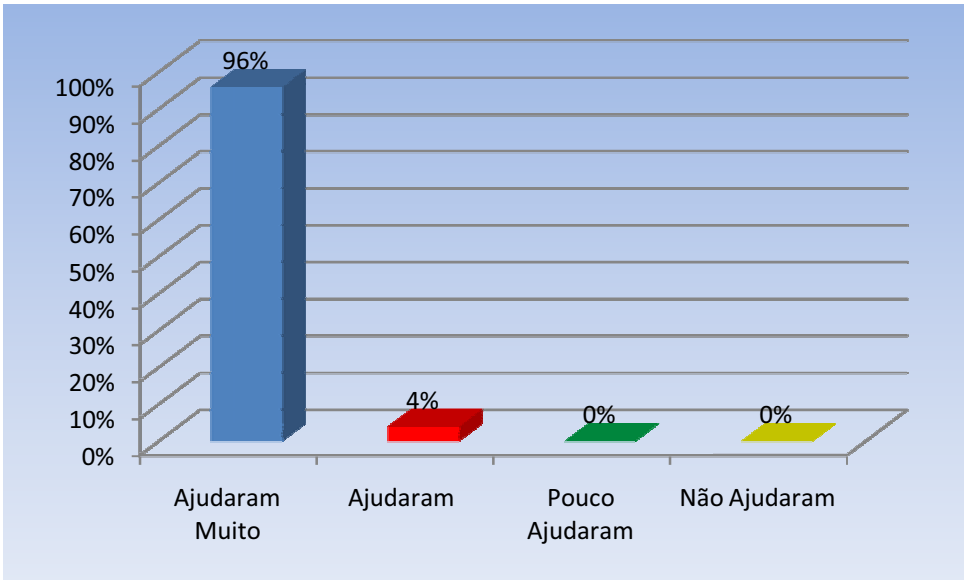


Figura 35. Importância dada às orientações do professor.

Nesta atividade, os alunos indicaram não haver uma ligação muito direta entre o vídeo assistido e a atividade experimental realizada (vide figura 36).

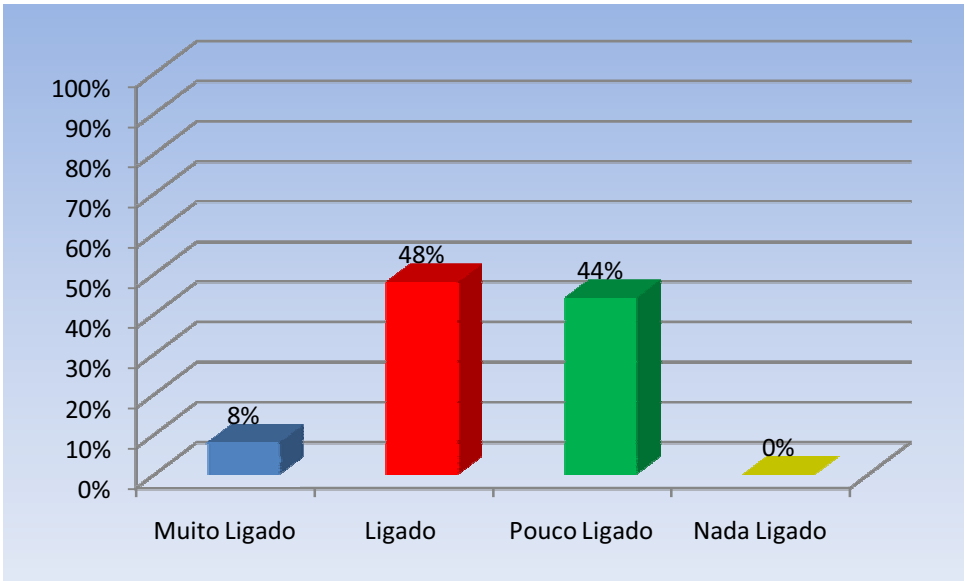


Figura 36. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

Todos os alunos indicam ter entendido com clareza o objetivo da atividade experimental.

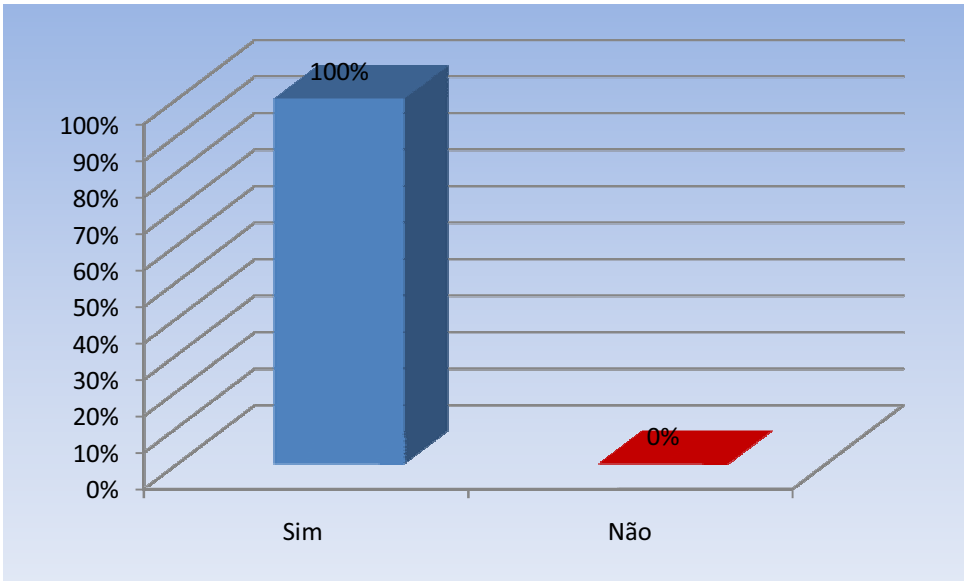


Figura 37. A compreensão do objetivo do experimento.

ATIVIDADE PRÁTICA: "pH DE SOLOS E TESTE DE PRODUTOS CASEIROS COM INDICADORES (REPOLHO ROXO E INDICADOR UNIVERSAL)"

Na 3ª atividade buscou-se verificar a aprendizagem do conceito de pH e mudança de coloração dos indicadores. Percebeu-se um grande envolvimento dos alunos durante toda a prática e o diálogo entre os membros dos diferentes grupos. Nenhum dos alunos consideraram a atividade experimental difícil ou muito difícil, portanto a maioria dos alunos indicam se sentir a vontade e nada perdidos na execução do experimento.

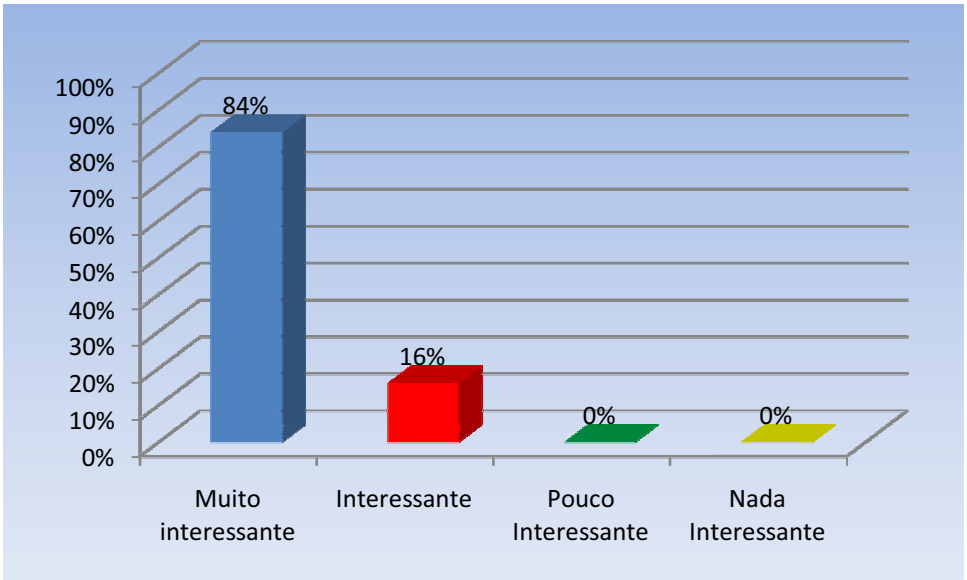


Figura 38. Grau de interesse dos alunos pelom experimento.

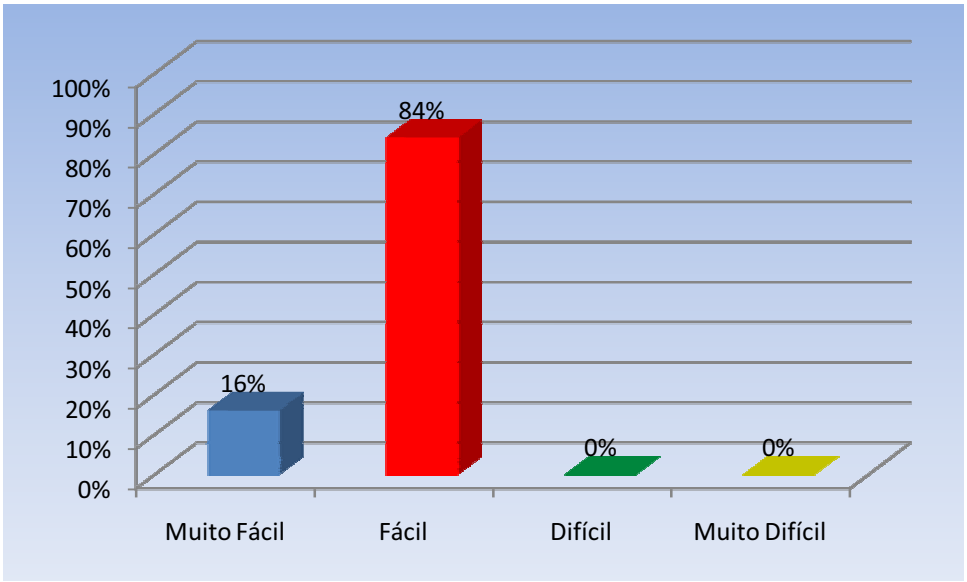


Figura 39. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

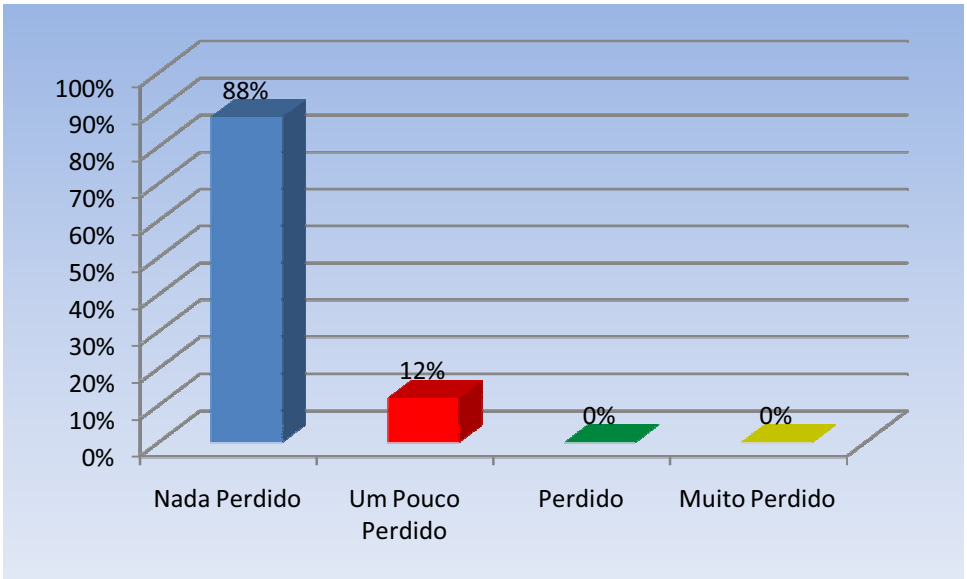


Figura 40. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

Pode-se constatar novamente que as discussões em grupo e as orientações dadas pelo professor foram de extrema importância para o desenvolvimento da atividade experimental.

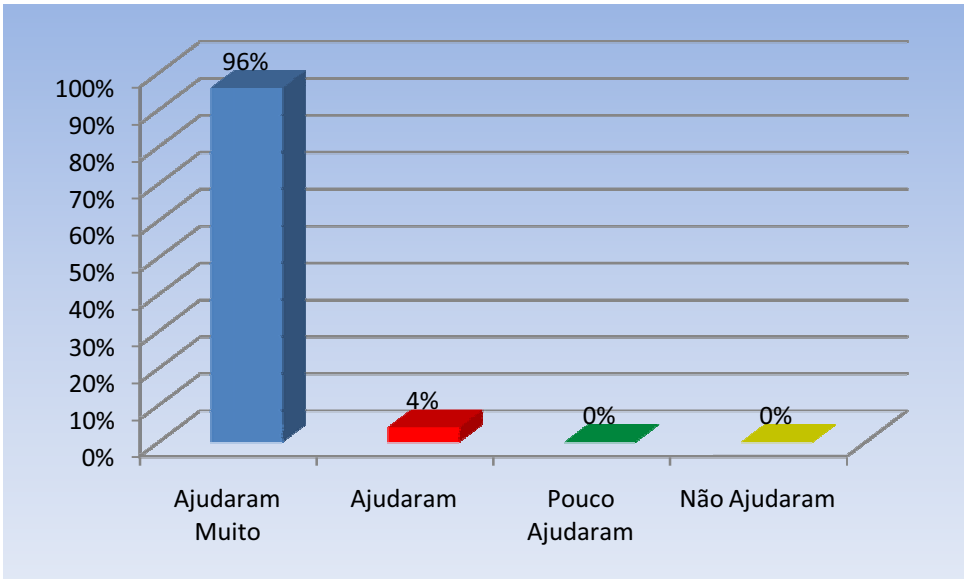


Figura 41. Importância dada às discussões em grupo.

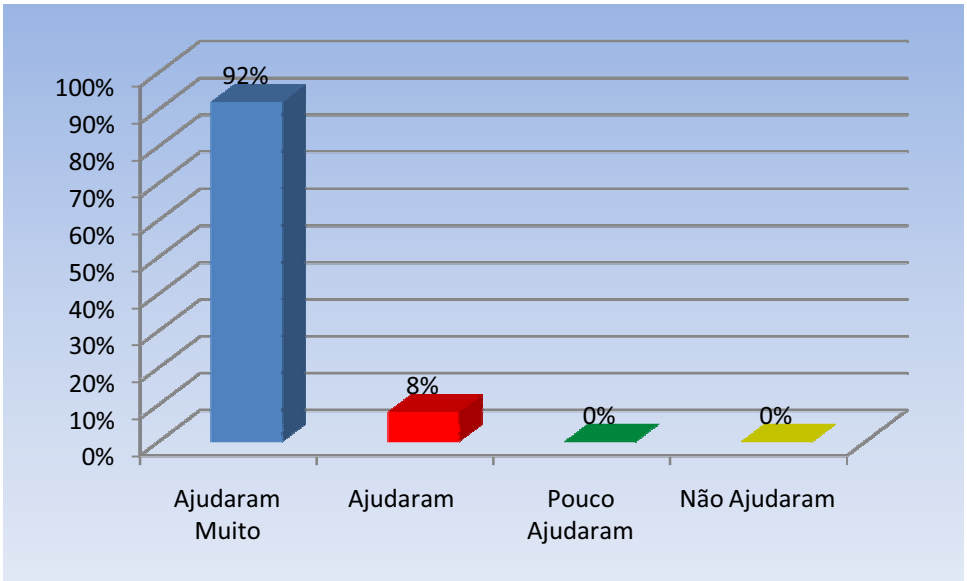


Figura 42. Importância dada às orientações do professor.

Mais uma vez, notou-se que os alunos se utilizavam naturalmente dos equipamentos de laboratório e manipulavam os mesmos sem maiores dificuldades, inclusive dando nomes aos mesmos e às operações que executavam. Grande parte dos alunos (60%) indicaram que o vídeo assistido estava ligado à atividade experimental executada, ao passo que (40%) indicaram que o vídeo estava muito ligado ao experimento realizado.

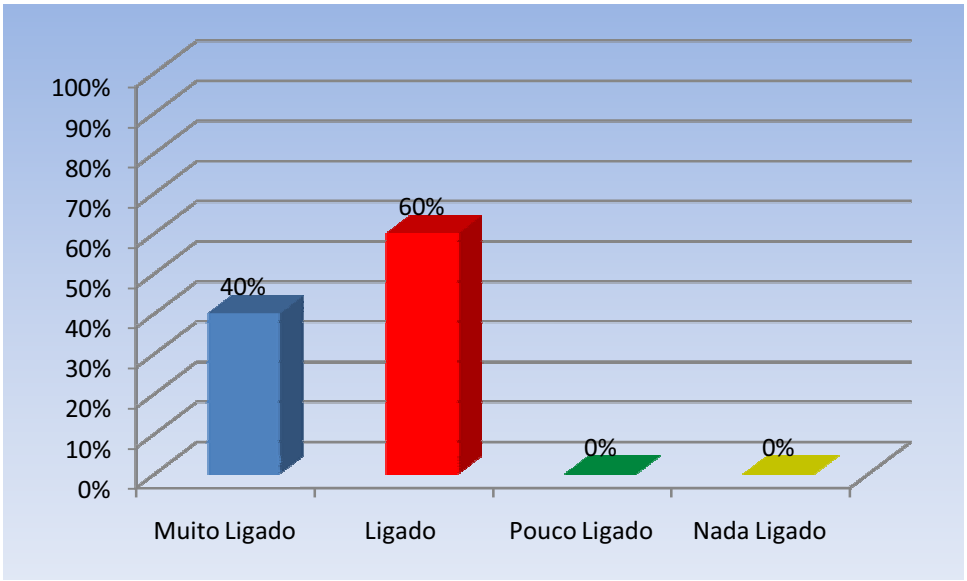


Figura 43. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

Constatou-se que a facilidade na realização do experimento e a segurança dos alunos na realização das atividades estavam intimamente relacionadas ao entendimento do objetivo do que tinham realizado.

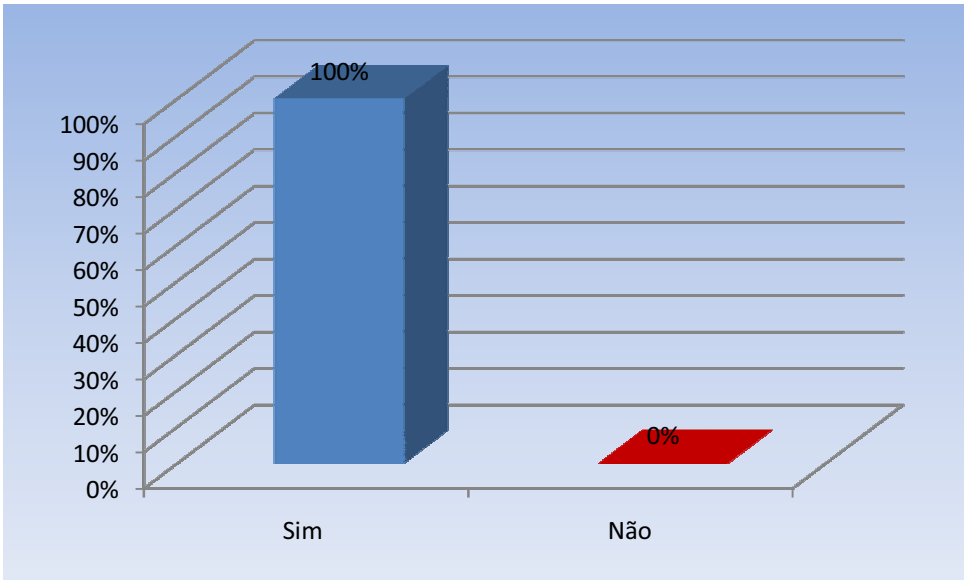


Figura 44. A compreensão do objetivo do experimento.

4.2. Atividades propostas para o 2º Ano (Dispositivos didáticos)

Em relação ao 2º Ano do Ensino Médio, pensou-se num primeiro momento em se trabalhar o tema "Café", porém ao entrarmos em contato com a professora e alunos percebemos a necessidade de alteração do tema para se trabalhar conteúdos dentro da nova Proposta Curricular implantada pelo Governo do Estado de São Paulo em 2008. Por meio de conversas com a professora e alunos, verificamos que as dificuldades em relação ao tema *soluções* era bastante pronunciada tanto por parte dos alunos, como por parte da docente da sala. Percebeu-se que o tema soluções, abordado dentro do contexto "Agua" fora tratado de maneira superficial, sem a realização de qualquer atividade experimental e segundo relato dos alunos com "saltos" dentro do conteúdo proposto (*"A professora pulou esta página").*

Em vista do exposto, elaborou-se um roteiro de atividades que comtemplava o tema soluções aquosas baseado, sobretudo, no denominado Caderno do Professor (1º Bimestre).

O caderno do professor (2008) preconiza para o 1º Bimestre o estudo dos materiais e suas propriedades. A água e os metais são temas bastante interessantes para desenvolver esse conteúdo numa perspectiva que valoriza as aplicações e implicações sociais do conhecimento químico. Dessa maneira, as atividades sugeridas procuram apresentar conhecimentos relevantes, priorizando o desenvolvimento de competências dos estudantes para compreender, argumentar e propor formas de intervenção na sociedade.

As propriedades exibidas pelas substâncias se constituíram ao longo do tempo, em pontos de partida para que se procurasse entender a natureza da matéria. O conhecimento das relações entre as propriedades e a estrutura assume importante papel na previsão de comportamentos que as diferentes substâncias podem manifestar, bem como para a obtenção de materiais com certas propriedades específicas.

Segundo o Caderno do Professor (2008), no primeiro bimestre, a água será o foco do estudo das propriedades, tendo em vista sua importância para a vida no nosso planeta. A questão da potabilidade será abordada a partir do estudo das concentrações das soluções aquosas, bem como do tratamento que a água recebe para se tornar potável.

Ao final desse estudo , o aluno poderá ter adquirido conhecimentos para a construção de seus próprios esquemas de representação sobre as propriedades das substâncias, bem como terá elementos para refletir sobre a importância da água e rever suas idéias sobre sua utilização e conservação.

As águas naturais são imensas soluções aquosas. Sendo assim, a água na natureza não se encontra quimicamente “pura”. Retoma-se o conceito de substância pura, e estabelece-se a diferença entre pureza, do ponto de vista da química, e a potabilidade. São apresentadas algumas propriedades da espécie química “água”, discutindo-se as mudanças causadas pela presença de solutos e possíveis problemas ambientais. Nesse aspecto, é discutida a importância do oxigênio dissolvido na água, bem como os processos envolvidos em seu tratamento com o objetivo de torná-la adequada ao consumo. Tratando-se de soluções aquosas, são importantes os conceitos de solubilidade e diluição. Expressar a concentração das soluções por meio de unidades convenientes envolve o desenvolvimento da linguagem usual da Química, bem como cálculos estequiométricos envolvendo soluções. Além disso, são apresentadas informações que podem permitir uma

reflexão sobre os diferentes usos da água, considerando sua qualidade, conforme o fim a que se destina, bem como sobre a escassez de água tratada, o mau uso, o desperdício (Caderno do Professor, Química – 1º bimestre, 2008).

O Caderno do Professor (2008), 1º bimestre, faz referência às competências e habilidades a serem adquiridas ao se trabalhar o tema "Água e soluções aquosas":

1. Dominar e fazer uso da linguagem química expressando quantidades dissolvidas em água por meio de unidades de concentração ($g.L^{-1}$; $mol.L^{-1}$, ppm; % em massa) e estabelecer relações quantidades de massa e/ou quantidade de matéria nas transformações químicas que ocorrem em soluções de acordo com suas concentrações.
2. Construir e aplicar os conceitos de pureza e potabilidade para compreensão de fenômenos naturais e processos tecnológicos.
3. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações sobre parâmetros de qualidade da água, representados em tabelas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
4. Relacionar informações, representadas de diferentes formas, aos conhecimentos disponíveis sobre o uso e a preservação da água no mundo, e também as fontes causadoras da poluição da água, para construir argumentações consistentes.
5. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos neste estudo para elaboração de propostas de tratamento da água, tendo em vista torná-la potável, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural (Caderno do Professor, Química – 1º bimestre).

Iniciou-se o trabalho com o 2º Ano do Ensino Médio, envolvendo um total de 32 alunos, divididos em 7 grupos de estudo, os quais foram denominados G1 a G7. Os alunos se organizaram em grupo, segundo afinidades, sem qualquer interferência por parte do professor.

Seguindo a Filosofia deste trabalho, iniciou-se o estudo do tema "Água", assistindo ao filme da TV-Escola - ***Água*** (TV ESCOLA, Química: Água - Parte I e Água Parte II, 1994), no auditório da Fundação Educacional de Fernandópolis. Elaborou-se uma série de questões prévias ao vídeo assistido com o intuito de conhecer os conceitos que os alunos traziam do senso comum em relação ao tema proposto. Só após discussões por parte dos grupos e transcrição da

resposta para a folha de respostas é que se iniciou a projeção do filme. As questões propostas estão indicadas abaixo e também no anexo 9.

1. De onde vêm a água que chega a sua casa? Essa água é pura?
2. Como reconhecer que uma substância é pura?
3. A água que você bebe é potável? O que é água potável?
4. De onde vem o oxigênio que os peixes respiram?

Foram dadas a essas questões uma variedade de respostas o que nos permitiu avaliar que os alunos trazem consigo uma série de informações e conceitos sobre o tema em questão. Trascreve-se abaixo algumas das respostas dadas pelos diferentes grupos.

Para a primeira questão, tem-se as seguintes respostas:

G1. A água de Fernandópolis é retirada dos poções (água subterrânea), ela vai para a estação de tratamento e depois é distribuída para toda a cidade. Ela não é pura, é apenas potável.

G2. Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos na nossa casa. Essa água não é pura porque ela não contém só moléculas de água, tem também sais minerais dissolvidos em sua composição.

G3. Da SABESP, local onde efetua-se o tratamento para torná-la própria para consumo. Porém, não é um líquido puro, pois contém outros elementos como o cloro, flúor etc...

G4. A água vem das represas ou dos poços e ela precisa ser tratada para eliminar os resíduos que sujam ela. A água tem muitos materiais e não é só água pura. Nesse caso achamos que ela não é pura. Ela vai ser tratada, mas não é pura.

G5. A água que chega a nossa casa vem do reservatório da SABESP de nossa cidade. Sim ela é pura, pois passa por um tratamento, por isso é própria para o nosso uso.

G6. Vem da SABESP, que passa por tratamento vai pelos cavaletes e chega até as torneiras. Não, pois ela contém mistura.

G7. Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos as casas. Não, pois ela não contém só moléculas de água, mas também sais minerais dissolvidos em sua composição.

Verifica-se nas respostas dadas, que existe a noção de que a água que consumimos não é pura (sentido químico), mas sim uma mistura de outras

substâncias. O grupo 1 indica que ela não é pura, mas apenas potável. O Grupo 2 apresenta a clara idéia de que a água pura só deve conter molécula de H_2O. O grupo 3 indica ser a água composta por elementos. Tem a noção de que a água não pode ser considerada pura quimicamente, mas faz-se confusão entre substância química e elemento químico (confusão esta, muito comum entre alunos de nível médio).

O Grupo 7 indica ser a água tratatada composta por sais minerais, demonstrando o conhecimento de que apesar de própria para o consumo, a mesma não é pura no sentido químico. De acordo com o exposto, verificasse que todos os grupos dão o mesmo padrão de respostas, o que nos permite concluir que possuem conhecimento sobre as diferenças entre os conceitos de **substância pura** e **mistura**.

Na segunda questão prévia, pretendia-se verificar o grau de conhecimento dos alunos em relação ao reconhecimento de uma dada substância quanto a pureza. Abaixo transcreve-se algumas das respostas dadas.

G1. No caso da água , ela só é considerada pura desde que apresente somente moléculas de água.

G2. Quando ela possui características específicas. Exemplo: no caso da água, a densidade é 1, ebulição é 100 º C e solidificação é 0ºC. Quando ela não se mistura a outro tipo de substância.

G3. Através dos sentidos (tato, olfato, paladar, etc...) ou de experiências bem efetuadas

G4. Quando a água não tem cheiro, cor, gosto.

G5. Sem nenhum reagente químico.

G6. Uma substância pura é uma substância que não tem mistura.

G7. A água é pura quando não existe nenhum outro tipo de substância química misturada. Água pura é somente água.

A partir das respostas dadas pode-se perceber que muitos dos alunos apresentam a idéia correta a respeito da pureza da água do ponto de vista químico (G1, G2, G6 e G7). O grupo 2 consegue relacionar a pureza do material água com as propriedades específicas da substância pura água. Os grupos G3 e G4 relacionam a pureza aos aspectos que se pode perceber através órgãos dos sentidos, não tendo uma visão clara do que seria uma substância pura. Este grupo relaciona a pureza do material a ausência de cor ou cheiro. Entende-se daí que os

alunos dos grupos G3 e G4 não tem claro ainda o conceito de pureza no sentido cientificamente aceito. Os grupos G5 e G6, apesar de terem o conceito de que substância pura é constituída de uma única espécie química, não conseguem dar uma resposta mais bem elaborada, demostrando, ainda, uma visão muito simplista do conceito pureza.

A terceira questão tenta verificar se os alunos tem a noção do que significa a potabilidade da água. Nas respostas dadas fica claro que os alunos tem a noção de que uma água para ser considerada potável deve estar tratada e livre de microorganismos patogênicos. Como podemos perceber o seu conceito de qualidade está diretamente ligado ao atendimento da sua qualidade de consumo. Provavelmente, consideram água de qualidade, a que apresenta-se incolor, insípida e inodora. Abaixo transcreve-se algumas das respostas dadas.

G1. Sim. A água potável é aquela que não é pura, mas é tratada e pode ser utilizada para o consumo humano.

G2. Sim, porque ela é tratada e não contém microorganismos nocivos para o nossa saúde.

G3. A água que bebemos é potável, pois passou por um tratamento prévio o qual possibilitou o consumo.

G4. Sim, a água própria para beber, ela é incolor, inodora e insípida.

G5. A água que bebemos é bem potável e a água que bebemos é uma água incolor, inodora e insípida.

G6. Sim, a água que bebemos é potável porque não tem impurezas e é inodora e insípida.

G7. Sim, porque ela é tratada e não contém microorganismos nocivos para nossa saúde.

Na quarta questão prévia ao vídeo verificou-se se o aluno tinha uma noção clara sobre a presença do oxigênio (***dissolução de gases***) na água. Perguntou-se de onde viria o oxigênio que os peixes respiram. Esta pergunta aparentemente muito simples é muito importante. É comum o aluno supor que o oxigênio utilizado na respiração dos peixes seja o oxigênio presente na própria molécula de água. Este raciocínio indica o quanto é difícil para os alunos, compreenderem o conceito de ***solubilidade*** – que é mesmo bastante complexo (SÃO PAULO - Estado) Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Química:** 2º grau, 1994). As respostas dadas pelos diferentes grupos encontram-se abaixo.

G1. Das moléculas da água (H_2O H = hidrogênio e O = oxigênio).

G2. Do ar que se dissolve na água e da fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas.

G3. O oxigênio surge através de processo realizado pelos vegetais aquáticos. Os peixes extraem o oxigênio da água.

G4. Da água que é quebrada e liberta o oxigênio para os peixes.

G5. O oxigênio que os peixes respiram vem das plantas aquáticas que liberam o oxigênio a partir da fotossíntese.

G6. O oxigênio que os peixes respiram surge da própria molécula da água, pois existem muitas moléculas de água e quando se rompem liberam o oxigênio e os peixes captam.

G7. Do ar que se dissolve na água e da fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas.

Como pode-se perceber, surge uma variedade de respostas a essa questão. Realmente, muitos alunos consideram que o oxigênio que os peixes respiram provém de uma quebra da molécula de água. Alguns dos grupos indicam que o oxigênio surge durante o processo fotossintético. Os grupos G2 e G7 parecem ter uma noção mais clara de que o oxigênio que os peixes respiram está dissolvido na água a partir da interação do ar - água.

Deve-se salientar que o mais importante no processo é a permissão que é dada aos alunos para discutirem os temas. Verificou-se uma ampla participação dos grupos nas discussões e isso é o que nos interessava, sendo este momento muito mais importante do que a resposta considerada correta.

Concordamos com o pensamento de Maldaner e Piedade, quando indicam que “os significados das palavras seriam negociados com os alunos enquanto eles estivessem em contato com o fenômeno em questão e/ou com o material sensorial. Esses significados se modificariam no decorrer das aulas até se tornarem conceitos químicos com algum significado mais estável, embora devessem receber muitos outros signifcados ainda, durante a formação química” (Maldaner e Piedade, 1995).

Segundo Vygotsky, “as palavras exercem a função de conceitos e podem servir como meio de comunicação muito antes de atingirem o nível de conceitos, característico do pensamento plenamente desenvolvido” (Vygostsky, 1989).

Pôde-se perceber que este momento de interação fora bastante rico, pois permitiu que os alunos confrontassem as suas idéias em relação aos demais

colegas e a mediação pedagógica se concretizasse durante a prática docente. Após a discussão acerca das questões prévias, procedeu-se a análise do vídeo da TV-Escola com o tema “Água”.

Com o intuito de trazer o tema “Água” para a realidade imediata mais próxima do aluno, solicitou-se que cada um dos grupos trouxessem para a sala de aula o mapa do município e destacasse nele os rios e córregos que passam por ele *(Anexo 9)*. Alguns alunos relataram morar nas proximidades dos córregos e até apontaram no mapa. Um dos alunos relata que o pai conta que o córrego próximo a sua residência era muito mais limpo antes da instalação de um Curtume. Relataram a exalação de mau cheiro e proliferação de insetos. Durante a realização da atividade proposta os alunos discutiram a respeito das atividades econômicas desenvolvidas na região ou no município e a finalidade com que a água era utilizada em sua região. As respostas obtidas permitiram discutir a qualidade que deve apresentar a água para satisfazer às finalidades levantadas pelos alunos.

Com o intuito de se reconhecer que a água potável contém sais minerais em solução e que a água servida contém sais minerais em solução e partículas em suspensão, realizou-se um primeiro experimento, o qual denominou-se “*Análise de água de diferentes procedências*” *(Anexo 9)*. Foram feitas duas questões prévias ao experimento realizado a fim de detectarmos quais as concepções dos alunos em relação ao que seria água pura de acordo com a conceituação científica mais rigorosa e uma água mineral.

1. Existem diferenças entre água mineral e água pura (destilada)? Discuta em grupo e escreva a resposta no espaço abaixo.
2. O que você acha que aconteceria se evaporássemos água destilada e água mineral? Discuta em grupo e escreva no espaço abaixo.

As respostas dadas pelos diferentes grupos a primeira questão encontram-se transcritas abaixo.

G1. Sim. A água mineral apresenta em sua composição as moléculas de água e sais minerais e a água pura apresenta apenas as moléculas de água.

G2. Sim. A água mineral como o próprio nome diz, existe minerais em sua composição e água pura é só as moléculas de água.

G3. Sim, pois a água mineral possui elementos contidos em sua composição como cloro, entre outros. E a água destilada é pura possuindo apenas moléculas de água.

G4. Sim por que a água mineral tem mineriais dissolvidos ao passo que a água pura passa por um procedimento para sua obtenção.
G5. A água pura é aquecida para que se possan retirar todos os componentes para que fiquem somente a água. Água mineral contém algumas substâncias, sendo uma mistura.
G6. Sim, pois a água mineral tem substâncias e misturas e a água pura não tem, pois ela é aquecida para tirar todos os componentes e deixá-la pura.
G7. Na água mineral existem muitos minérios (substâncias químicas) dissolvidas em sua composição e na água pura só encontramos um tipo de molécula que é a H_2O.

Para a segunda questão, temos praticamente o mesmo padrão de respostas em todos os grupos. Parece-nos que existe a noção do conceito do que seria uma água quimicamente pura e de mistura (água mineral). Algumas das respostas estão abaixo indicadas.
G1. Com a evaporação da água mineral, irá ficar os sais minerais e com a evaporação da água destilada (pura) não irá sobrar nada, pois as moléculas de água apenas evaporam.
G3. Sobrará resíduos da água mineral após a sua evaporação. Na água destilada nada sobra.
G6. A água destilada evaporada não iria sobrar resíduos e a água mineral iria sobrar sais.

Após escreverem nas folhas entregue , cada um dos grupos leram em voz alta para que os demais grupos se interassem da resposta dada. O momento serviu para que os diferentes grupos confrontassem suas respostas com as dos demais colegas, o que mais uma vez permitiu o processo de mediação por parte do professor. Passou-se, então, à realização do experimento. Neste experimento cada grupo trouxe amostras de água de diferentes procedências (água mineral, água filtrada, água servida etc) *(Anexo 9)*.

Figura 45 . Bancada com água de diferentes procedências.

Logo de início os alunos foram solicitados a comparar o aspecto da água filtrada em relação a água servida. Pela observação dos dois líquidos nos tubos de ensaio, os alunos verificaram que um deles se apresentava turvo, o que indicaria tratar-se de uma suspensão, pois a turbidez é causada por material não dissolvido. Quanto ao outro, aparentemente seria uma solução ou água pura, pois seu aspecto é limpido. Verificou-se que os alunos não tiveram dificuldades em responder que a água servida possuia materiais não dissolvidos na solução. Pesquisou-se ,então, o conceito de turbidez e um dos grupos colocou a definição na lousa. Em continuidade ao experimento, pediu-se que os grupos aquecessem água da torneira em um béquer até a ebulição. Solicitou-se que colocassem sobre o béquer um vidro de relógio previamente lavado com água de torneria e depois com água destilada. Pediu-se, então, que cada um dos grupos evaporasse um tipo diferente de água (destilada, filtrada, mineral, torneira, solução de NaCl, água de aquário) para comparação posterior. Após o término da evaporação, os diferentes grupos puderam comparar os seus resultados com os dos colegas. Nesse momento, percebeu-se que seria interessante questioná-los novamente sobre o porque de a água destilada não ter deixado resíduo algum. As respostas dadas foram de encontro às nossas expectativas, pois os alunos conseguiam relacionar o fato do não aparecimento do resíduo à pureza da água, fato este, exposto na fala de um dos alunos pertencente ao Grupo 2 *(G2)* . O aluno comenta: *"Claro, não aparece nenhum resíduo por que a água destilada é pura. Nela só encontramos partículas de água e nada de sais minerais dissolvidos".* Ao examinarem os vidros de relógio das outras equipes

puderam comparar as diferenças entre as amostras de água evaporada. Algumas respostas estão transcritas abaixo.

G1. Todos apresentaram resíduos provenientes de onde foram tiradas, exceto a água destilada, que não apresenta resíduos, pois é uma substância pura.

G2.Na água destilada não sobra nada. Na de torneria sobra sais e cloro. Na que dissolvemos o sal, só sobra o sal e cloro, já que a água evapora. Na mineral sobra os minerais em maior quantidade do que na da filtrada. Na água filtrada sobra resíduos de minerais, mas não tem areia (terra) e menos que na água mineral.

G3. A água destilada não apresentou resíduos, diferente das demais. A água servida tinha resíduos de sujeira, provavelmente de sólidos usados para lavar roupa. Àgua de poça sobrou terra e sal. Água da torneira, fluor, cloro entre outros.

G4. As outras águas deixaram resíduos, a água destilada ficou transparente, não sobrou nada porque tinha só água na sua formação.

G5. A água destilada ficou sem resíduo. Todas as outras deixaram seus minerais (resíduos).

G6. A diferença é que cada uma tinha um tipo de substância (minérios) e a água detilada tinha só um tipo de substância que era a própria água.

G7. Todas as águas que analisamos ficou com resíduos no fundo do vidro ao passo que a destilada foi a que não deixou nenhum tipo de resíduo porque só tinha a própria água (H_2O).

Uma das questões utilizadas para acompanhamento do experimento pretendia que os alunos explicassem o porque da utilização de uma solução de sal de cozinha de concentração conhecida. Novamente, uma variedade de respostas foram dadas pelos alunos, as quais indicamos abaixo:

G1. Quando misturamos a água destilada com sal de cozinha, verificamos que fica com aspecto homogêneo. Mas quando evapora essa solução a água some e resta o sal de cozinha em quantidade maior que as outras, pois nós colocamos para fazer uma comparação.

G2. Para mostrar que a água destilada não contém sais e se colocarmos sal na água, quando evaporar sobrará o sal puro.

G3. Para obtermos uma base de observação das experiências, ou seja, servir de parâmetro.

G4. Para ver se a água destilada é composta de sais ou se ela é pura.

G5. Para verificar que a água destilada não tem nada de sal e na outra, quando evaporamos a água restará o sal.
G6. Colocamos sal na água para mostrar que quando esquentamos, a água evapora e resta somente o sal. Na água destilada não sobra nada, pois só tem a água, então podemos comparar uma com a outra.
G7. Para comprovar que a água destilada não contém sais dissolvidos e todas as outras tem, mas em menor quantidade que as demais.

No experimento realizado, uma das equipes evaporou água destilada, portanto, perguntou-se para os alunos o porque deste procedimento.

G1. Para mostrar que a água destilada é pura,ou seja, não deixa resíduos.
G2. Para provar que a água destilada não contém nenhum resíduo em sua composição, ela é totalmente pura.
G3. Para perceber que diferentemente das demais águas, esta não apresenta resíduos sólidos algum. Foi feita para constatar a sua boa destilação.
G4. Para ver se ela foi destilada mesmo.
G5. Para ver se ela foi destilada corretamente, e exatamente é destilada pois não sobrou nada.
G6. Foi feito este procedimento para vermos que na água destilada não sobrará resíduo, pois só tem moléculas de água.
G7. Porque nela não sobra nada e nas outras vai sobrar sais. Ficou esbranquiçado. Quando evaporou a destilada nada sobrou.

Neste trabalho, buscou-se sempre, ao final da experimentação, verificar se os alunos realmente entenderam o objetivo do que acabaram de realizar. Foi muito gratificante de nossa parte constatar que os alunos conseguiram entender de maneira efetiva o que se pretendia com o experimento proposto e os dados encontram-se representados em gráfico, conforme será indicado na sequência. Transcrevemos abaixo a resposta de um dos grupos para ilustrar o comentário anterior:

G3. Entender que as diferentes águas (potável, de torneira, mineral, filtrada) contém minerais dissolvidos (resíduos) ao passo que a água destilada não contém os minerais por ser pura. A água pura só contém um tipo de material (H_2O).

Ao final do experimento procedeu-se a um diálogo a respeito dos resultados obtidos. A medida que os alunos se expressavam, aproveitou-se para encaminhar as respostas de modo que apresentassem um rigor científico maior e para que

fossem ajustados os modelos propostos pelos alunos. Durante o diálogo alunos-professor, explicou-se que o resultado da evaporação dependeu muito da origem da água utilizada mas, em linhas gerais,esperava-se que a água destilada, usada como controle, não devesse deixar resíduo algum, pois não conteria sais em solução. Se hovesse a formação de resíduos, o frasco deveria ser rejeitado, pois o material estaria contaminado por poeira da atmosfera ou outras substâncias. Mostrou-se que a solução de sal de cozinha foi utilizada como controle, para comparação com os demais resultados, indicando que as águas de diferentes procedências são também soluções, embora menos concentradas. Pegou-se um vidro de relógio onde havia sido evaporada água filtrada e um outro onde havia sido evaporada água mineral. Após os alunos visualizarem novamente, comentou-se que os dois resíduos eram brancos, porém o da água mineral era mais volumoso, como haviam indicado em suas respostas, fato este, relacionado a uma maior quantidade de solutos presentes na água mineral em relação a água filtrada.

Comentou-se que a água de torneira deixa resíduos, mais volumoso e escuro que a filtrada, pois além dos sais em solução que ambas possuem, a água de torneira contém outros materiais provenientes dos depósitos ou encanamentos. Mostrou-se que a água servida é uma solução e uma suspensão; por isso, seu resíduo será mais escuro e volumoso que nos demais casos.

Em continuidade ao estudo do tema, as atividades que se seguem pretendiam retomar o conceito de solubilidade num nível mais amplo, como “extensão da dissolução”. De acordo com o Caderno do Professor (1º Bimestre), a técnica seguinte mostraria-se útil porque muitos detalhes experimentais que passam despercebidos pelos alunos são destacados pelo professor na apresentação do experimento; os alunos ficam mais atentos e parecem compreender melhor o que se deseja que eles aprendam (Caderno do Professor, 1º Bimestre, 2008).

De acordo com orientações do Caderno do Professor, 1º Bimestre (2º Ano), fez-se questionamentos prévios, buscando-se conhecer o que os alunos já sabiam sobre a dissolução de diferentes materiais em água.

1. Que materiais vocês conhecem que se dissolvem em água?
2. Há materiais que não se dissolvem em água?
3. Que quantidade de um material se consegue dissolver em uma certa quantidade de água?

As discussões aconteceram nos grupos e os alunos, após consenso entre todos, anotavam na folha de resposta o que haviam discutido. Após a anotação, escolheu-se um dos membros do grupo para fazer a leitura para os demais grupos, de modo que todos se inteirassem das respostas dos demais. Percebeu-se que as respostas não eram discrepantes entre cada um dos grupos e as mesmas eram bastante parecidas. Transcreve-se abaixo, a título de ilustração, as respostas de alguns grupos para a questão 1:

G1. Conhecemos muitos materiais, como por exemplo, o sal, o açúcar, o álcool, o oxigênio que os peixes respiram etc.

G4. Um comprimido efervescente, o sal de cozinha o ar.

G6. A água pode dissolver um pouco de sal de cozinha, um pouco de açúcar, dependendo da quantidade de água que colocamos no copo ou na xícara.

Para a segunda questão, as respostas dos grupos foram, também, bastante parecidas. Indica-se abaixo a resposta de um dos grupos:

G3. Sim, o óleo, a gasolina, a graxa, a areia entre tantos outros.

Na terceira questão, todos os grupos, sem exceção, respondem que a quantidade de água é fundamental para o processo de dissolução. O Grupo 2, se expressa da seguinte maneira:

G2. Tem que ter uma quantidade de água suficiente para dissolver um material. Por exemplo, vai colocando sal em um copo de água até que não dá mais para dissolver. Então, nós vamos ver o sal ir para o fundo do copo. Se evaporar a água do copo, restará somente o sal.

Após diálogo com os alunos, executou-se o experimento denominado **"*Até quando um sólido é solúvel em água?*"** *(Anexo 9)*. Solicitou-se que os alunos anotassem o resultado de suas observações em tabela do roteiro entregue. Procurou-se dirigir a atenção dos alunos para o controle de variáveis. No caso, para estudar quanto de sulfato de cobre se dissolve em 20 mL de água à temperatura ambiente, as variáveis são a massa dissolvida e o volume de água (Caderno do Professor, 1º Bimestre, 2008).

Após o preenchimento da tabela pelos grupos, procedeu-se uma análise dos resultados a partir de uma série de questões de verificação. Os alunos discutiam em grupo e anotavam as suas conclusões, sempre acompanhado de perto pelo professor, o qual passava pelos diferentes grupos a fim de observar as diferentes respostas. As respostas dadas eram sempre socializadas entre todos a partir da

exposição oral por parte de um dos membros do grupo.Em todas as vezes, sempre ocorria dos demais colegas ajudarem na resposta, muitas vezes complementando-a. Em uma primeira questão, procurou-se entender como os alunos explicavam o depósito sólido (corpo de fundo) nos tubos onde se acrescentou maior quantidade de sólido. Vejamos abaixo, algumas das respostas dadas a essa questão:

G1. Neles haviam uma quantidade de substância maior do que 20 mL de água consegue dissolver.

G2. Tinha pouco solvente (água) para dissolver o soluto (sulfato de cobre).

G3. Pois transcedeu a capacidade de dissolução da água.

G4. Por que a água destilada não conseguia dissolver o sal que permanecia no fundo. Quanto mais água, melhor a dissolução do sal.

G5. A água não foi suficiente para dissolver todo o sal que colocamos. A quantidade de água era a mesma e a de sal foi aumentando de 1,5 para 6,0 gramas.

G6. A capacidade da água não foi suficiente. Precisaria de mais água.

G7. Deposita no fundo por que a água era pouca. Se houvesse mais água, talvez, teria dissolvido. Se esquentasse, também dissolveria melhor.

A proxima questão pretendia verificar se os alunos relacionavam a constância da cor com a quantidade de sulfato de cobre dissolvida. Em todos os grupos, foi unanime a resposta. Todos relacionaram o fato do aumento da coloração (azul mais escuro) devido a maior concentração de soluto dissolvido. Alguns grupos se pronunciaram da seguinte maneira:

G1. Sim, quanto maior a quantidade de substância dissolvida, maior a intensidade da cor.

G2. Quanto maior a quantidade de sulfato, maior a coloração.

G3. Sim, pois quanto maior a concentração de sólidos, mais intensa será a cor.

G4. Sim, quanto maior a quantidade do sal, mais a água destilada vai ficar azul.

G5. Quanto maior a quantidade de sal dissolvido, maior será a intensidade da cor.

G6. Sim, quanto mais soluto, mais escuro. Quanto menos soluto, mais claro.

G7. Toda vez que adicionávamos mais sal, mais escuro ficava a solução, pois a quantidade de água não mudava (20 mL).

Como exposto, parece estar claro para os alunos, a dependência da quantidade de água em relação a quantidade de sal para a dissolução ou não e o aumento da intensidade da cor.

A terceira questão pretendia explorar o fato de se aumentar ainda mais a concentração pela adição de mais sal a um determinado tubo (por exemplo, adição de mais 1,0 g de sal ao tubo 2). As respostas a essa questão, foram também, bastante parecidas em todos os grupos.

G2. No tubo II vai ficar mais intensa e continuará dissolvendo. No IV vai ficar mais intensa e vai restar resíduos no fundo, ficando heterogêneo.

G3. A cor se tornará mais intensa (em relação ao tubo III, IV e II) e terá possibilidade de tornar-se heterogênea. Isso significa e nos indica que a água possui uma capacidade determinada de diluição, ou seja, devemos levar em conta a quantidade de soluto e solvente em uma solução.

G4. Ele iria ficar mais escuro (tubo II) pois ficaria com mais sal dissolvido. No tubo IV ficou mais azul e restou sal não dissolvido no fundo do tubo de ensaio.

G6. Se fosse adicionado no tubo II ela dissolveria e ficaria mais escura e ao tubo IV não iria dissolver por estar bastante concentrada em soluto.

De modo a verificar o entendimento da proporcionalidade entre a massa e o volume, solicitou-se que os alunos fizessem uma estimativa da quantidade máxima de sulfato de cobre que fora dissolvida em 20 mL de água. Pediu-se para que fizessem, também, a estimativa para uma quantidade maior de água (100 mL). Esta questão se apresentou com um grau de dificuldade maior para os alunos, exigindo uma intervenção mais pronunciada por parte do professor. A partir de diálogo professor-alunos, procurou-se encaminhar os alunos para a resposta correta, de modo que pudessem construir o conhecimento pretendido. Para isso, buscou-se utilizar a lousa para realização de cálculos e esquemas de resolução. Ao final os alunos puderam perceber de maneira efetiva que o valor para se fazer a estimativa estaria entre 4,2 e 5,0 g. A partir do tubo IV tem-se a formação de corpo de fundo e, como as cores dos tubos IV e III são as mesmas, puderam inferir que o valor deve estar próximo de 4,2. O Grupo 2 dá a seguinte resposta: "*O máximo que consegue dissolver deve estar próximo de 4,2, pois em IV já aconteceu de depositar".*

O Grupo 2, foi convidado a expor os resultados obtidos na lousa. Solicitou-se que explicassem seu raciocínio para os demais colegas. Um dos alunos colocou na lousa os cálculos que haviam feito, sendo sempre ajudado pelos demais colegas de grupo e com participação ativa dos membros dos demais grupos. Nessa questão, parece-nos que o papel da mediação foi extremamente útil para uma melhor compreensão do conceito pretendido (coeficiente de solubilidade), uma vez que

após a interação entre professor-alunos e alunos-alunos, o conceito se firmara de maneira mais sólida na estrutura cognitiva dos alunos.

Com o intuito de aprofundar os conceitos de solubilidade e coeficiente de solubilidade, apresentou-se um tabela que constava a solubilidade de alguns solutos na água do mar (Caderno do Professor, 1º Bimestre, 2008). A tabela estava indicada no roteiro, mas colocou-se na lousa para uma melhor visualização dos alunos e para que se propiciasse o diálogo entre professor-alunos e alunos-alunos. Na primeira questão acerca da tabela, procurou-se verificar se realmente entenderam o conceito de solubilidade dos diferentes materiais a partir do coeficiente de solubilidade. Perguntou-se, portanto, por que seria possível comparar as solubilidades dos diferentes sais. Abaixo, trascreve-se algumas das respostas dadas:

G1. Por que como vemos na tabela, existe uma quantidade máxima permitida para a dissolução do sal que no caso é 100 g de água.

G4. Em 100 g de água pode dissolver só algumas quantidades dos sais da água do mar. No caso do cloreto de magnésio, só consegue dissolver 54,1 g dele em 100 g de água.

G6. Por que só pode dissolver uma quantidade máxima em uma quantidade certa de água.

Os demais grupos deram respostas semelhantes a essa questão, portanto achou-se desnecessário indicá-las aqui; o mais importante é que percebe-se que os alunos começaram a se apropriar dos conceitos que pretendíamos ensinar. Uma segunda questão foi apresentada aos alunos, procurando verificar, a partir da análise da tabela, qual dos solutos seria mais soluvel nas condições apresentadas. Nessa questão, somente dois grupos responderam corretamente ($NaBr = 1,2 \cdot 10^2$), o que indica a dificuldade sentida em relação a escrita dos valores na forma de potência. Mais uma vez, fez-se necessária a intervenção por parte do professor no sentido de encaminhar os alunos à resposta correta. Ao final da exposição oral, todos os demais grupos relatam que agora entenderam perfeitamente.

A terceira questão propõe um problema relacionado ao coeficiente de solubilidade. "*20 g de cloreto de sódio são colocados em 50 g de água. A mistura resultou homogênea?"* Essa questão não trouxe maiores dificuldades aos alunos, uma vez que a maioria dos grupos responderam-na de maneira satisfatória. Após, análise da tabela, procederam aos cálculos, indicando que a mistura não resultava

homogênea, mas sim heterogênea, pois os 50 g de água não foram suficientes para a dissolução completa de 20 gramas de cloreto de sódio.

Em vista da importância de se entender sobre a acidez ou basicidade dos compostos, tentou-se verificar os conhecimentos dos alunos em relação a esses conceitos. Buscou-se analisar diferentes amostras de água para verificar as características que apresentavam quanto a acidez ou basicidade *(Anexo 9)*. Percebeu-se em questionamento prévio que os alunos tinham o entendimento de que o caráter ácido ou básico é determinado a partir de testes com indicadores. Procurou-se utilizar neste experimento o suco de repolho roxo, primeiramente em teste com água de diferentes procedências e então, com produtos de uso doméstico. De acordo com o desenrolar da atividade experimental procurou-se conversar nos diferentes grupos sobre os conceitos de ácidos e bases, percebendo-se que o assunto era de certa forma bastante familiar aos alunos. Ao final da experimentação os alunos indicaram ter entendido claramente o objetivo do experimento proposto.

A fim de sedimentar ainda mais os conceitos e estabelecer a diferenciação entre **água limpa** e **água potável**. sugeriu-se um experimento denominado ***Tratamento da Água*** *(Anexo 10)*. O processo de filtração foi realizado construindo-se com os alunos um filtro utilizando-se garrafas PET. Em diálogo com a turma, colocou-se que a água destinada ao consumo humano pode conter substâncias e microorganismos que não são retidos por uma filtração convencional. Portanto, é necessário uma análise para verificar a potabilidade, pois caso a água não atenda os padrões de qualidade físico-químico-biológicos estabelecidos, deverá passar por um tratamento antes de se destinar ao abastecimento. Foi explicado que as etapas do tratamento convencional de água das muitas cidades são análogas às realizadas na atividade experimental que fariam. Após a realização da atividade experimental, solicitou-se que os alunos pesquisassem sobre as diferentes etapas por que passa a água até chegar às residências. Pediu-se que se usassem diferentes fontes de pesquisa. O resultado foi apresentado em cartolinas pelos diferentes grupos.

Figura 46. Alunos confeccionando o filtro com garrafas PET.

O Grupo 1 pesquisou sobre o processo de ***coagulação.*** O Grupo 2 pesquisou sobre o preparo do sulfato de alumínio e do hidróxido de cálcio, uma vez que, em aula foi dito que ambos os compostos são preparados na própria estação de tratamento a partir da bauxita e do óxido de cálcio. Salienta-se que no painel montado pelo grupo foram indicadas as reações químicas de obtenção dos compostos, porém ao Grupo 3 ficou estabelecido que explicassem as reações de obtenção do alúmen e do hidróxido de cálcio. Foi bastante interessante observar os alunos explicarem as reações químicas uma vez que não incorreram em erros ao falarem os nomes das diferentes substâncias e explicarem o porque dos diferentes coeficientes estequiométricos colocados em frente às substâncias reagentes e produtos. Um dos alunos, ajudados pelos demais colegas, procedeu ao balanceamento da equação química de produção do alúmen, utilizando-se do quadro negro.

Figura 47. Filtro sendo utilizado e alunos fazendo anotações.

O Grupo 4 pesquisou sobre o processo de ***floculação.*** Ao Grupo 5, coube a pesquisa sobre o processo de ***desinfecção***. Os Grupos 6 e 7, foram encarregados de buscar em diferentes fontes e trazer para a sala de aula esquemas e fotos de estações de tratamento de água a fim de comparar as diferentes etapas do tratamento de água com o filtro PET e a real estação de tratamento.

Figura 48. Béquer com água filtrada.

Figura 49. Alunos em discussão dos resultados com o professor.

Para aprofundar ainda mais o tema **desinfecção da água** *(Anexo 10)*, foi entregue a cada um dos grupos um texto extraído do Material denominado "Prática Pedagógica – Química 2º Grau da Secretaria do Estado da Educação, 1994" *(Anexo 9)*. No texto era colocado que não seria o cloro o agente responsável pela desinfecção, mas sim o ácido hipocloroso (HClO). O cloro adicionado, imediatamente reagiria com a água, formando o ácido hipocloroso. No texto era apresentada, também, a reação em equilíbrio de dissociação do ácido hipocloroso. A reação seria reversivel e a direção, nos sentidos dos produtos OCl^- e H^+ ou do reagente HClO (aq) variava em função do pH da água. Os alunos foram solicitados a analisar os dados de uma tabela que relacionava a porcentagem de cada uma das espécies em equilíbrio e o pH. Aos alunos foi pedido que verificassem qual seria a faixa de pH onde a ação de desinfecção seria mais eficaz. Percebeu-se que não foi difícil para nenhum dos grupos, indicar pH=5, pois nessa faixa haveria 100% de HClO e 0% de OCl^-. Vejamos abaixo as respostas dadas a essa questão:

G1. Na faixa de pH=5, pois há 100% de formação de HClO, que é o ácido hipocloroso (substância que é responsável pela eliminação das bactérias).

G2. pH=5 por que tem 100% de HClO e 0% de OCl^-, onde a desinfecção será mais eficaz.

G3. Quanto menor o pH mais alta será a porcentagem de ácido hipocloroso, mas o processo se inverte no caso do OCl^- quando aumenta o pH. Por isso a desinfecção e mais eficaz em pH=5.

G4. Conforme o pH aumenta, o hipoclorito diminui e aumenta as outras substâncias. Quanto menor o pH , mais rápida a desinfecção.
G5. Em pH=5 será mais eficaz pois a quantidade de HClO é 100%. Conforme vai aumentando o pH, vai diminuindo o HClO.
G6. A faixa de pH=5, portanto mais ácido e nessa faixa a porcentagem de HClO e maior e está em 100%. Em pH=5 o OCl^- está em 0.
G7. O pH ideal para a desinfecção será o que está em 5, pois assim terá mais HClO e menos OCl^-.

Figura 50. Alunos em discussão pós-experimentação no grupo de estudos.

Em vista do exposto, percebe-se claramente, que não houve dificuldade na leitura da tabela e que os diferentes grupos lidaram com o conceito de pH naturalmente. Após todos responderem, procedeu-se a leitura de um texto denominado ***"Água pura e água potável"*** *(Anexo 10)* a fim de ilustrar ainda mais o conceito de potabilidade.

A atividade experimental utilizada na sequência, pretendia fazer com que o aluno compreendesse o conceito de concentração e as unidades que expressam a composição das soluções. Pretendia-se que os alunos conseguissem utilizá-las adequadamente e que pudessem realizar cálculos envolvendo as diferentes unidades de concentração aplicando-as no reconhecimento de problemas relacionados à qualidade da água para consumo.

Segundo o Caderno do Professor, 2º Ano (1º Bimestre, 2008), a importância de se conhecer a concentração de uma solução pode ser evidenciada por meio de alguns parâmetros que determinam a qualidade da água para consumo humano.

Assim, entender o significado de concentração, bem como reconhecer as diferentes maneiras que a sociedade tem usado para expressá-la, passa a ser conteúdo relevante no Ensino Médio.

Iniciou-se a atividade a partir de uma tabela *(Anexo 11)*. que apresentava dados sobre concentrações máximas permitidas de certos elementos químicos na água potável. Para problematizar a questão da concentração, retomou-se os dados apresentados sobre concentrações máximas permitidas de certos elementos na água potável, mostrando também, qual seria a quantidade máxima presente em 2 L e pedindo que o aluno estimasse a mesma quantidade em 4 L (ou outro volume). Perguntou-se também se a quantidade por litro de água era a mesma em todos os casos (razão massa/volume constante). Desse modo, pôde-se introduzir o conceito de concentração, apresentando o significado de soluto, solvente e solução (Caderno do Professor, 1º Bimestre, 2008).

Nesta atividade, verificou-se que os grupos não tiveram muitas dificuldades no preenchimento da tabela e utilizaram a proporcionalidade sem a solicitação de ajuda por parte do professor. Percebeu-se uma interação bastante grande entre os membros dos grupos. Após todos ao grupos preencherem a tabela, solicitou-se que os elementos de um dos grupos escrevessem os resultados obtidos num papel pardo onde previamente se havia escrito a tabela em questão. Durante o preenchimento da tabela os alunos do grupo explicavam o raciocínio utilizado, produzindo desse modo um momento rico de interação entre os alunos do grupo e os dos demais grupos.

Em vista da importância de se entender sobre o preparo de uma determinada solução, montou-se uma atividade experimental informando-os de que para o preparo de soluções necessitava-se considerar alguns aspectos relacionados à **concentração** (quantidades relativas de seus componentes) e a **quantidade de solução** desejada (quanto de solução deve ser preparada) *(Anexo 11).*

Buscou-se nesse momento, mais uma vez, verificar o conceito que os alunos tinham sobre o que seria uma solução.

Figura 51. Alunos em discussão prévia a experimentação.

G1. Um solução acontece pela mistura de diferentes materiais. Exemplo: mistura de água mais sal de cozinha. O sal é o soluto que é dissolvido na água e a água chamamos de solvente (dissolveu o sal).
G2. Solução tem o soluto (menor quantidade) e o solvente (maior quantidade).
G3. Uma solução tem só uma fase, como por exemplo a água mais o álcool. A água é chamada solvente e o álcool está dissolvido na água. A mistura é homogênea, pois vemos uma só fase.
G4. A solução é feita em laboratórios, onde se mistura o soluto e o solvente. A água pode ser misturada ao sal. Quando tem muito sal (muito concentrada) tem a salmoura.

Os demais grupos deram respostas muito parecidas, indicando que já tinham a noção de que uma solução seria composta por soluto e solvente, indicados em muitas das respostas dadas, pois expressavam que o resultado da mistura dos dois componentes produziria uma solução. O grupo 4 faz menção a concentração da solução, indicando que a salmoura seria uma solução muito concentrada em sal de cozinha. Este fato foi explorado por parte do professor, tentando estabelecer aí os conceitos de solução concentrada e diluída em relação as quantidade de soluto e solvente adicionados.

Pretendia-se a partir de então, que o aluno compreendesse que a composição da água mineral seria expressa pela relação entre a massa de cada um dos componentes e o volume da solução aquosa (água mineral), especificamente a quantidade em miligramas do componente, presente no volume de 1L de água

mineral. Enfatizou-se que a quantidade de soluto/quantidade da solução é chamada de concentração da solução.

Solicitou-se que cada um dos grupos trouxessem de casa rótulos de água mineral. Os rótulos foram colocados em cartolinas. Com a ajuda do professor, escreveu-se as fórmulas químicas dos diferentes componentes (cátions e ânions) e a partir daí solicitou-se que montassem as fórmulas químicas dos sais obtidos entre os cátions e ânions contidos no rótulo da água mineral que trouxeram. Após a montagem das fórmulas iônicas, colocou-se na lousa a cartolina a fim de que cada um dos grupos visualizassem o que os demais haviam feito.

Para encaminhar os alunos no sentido de compreenderem o significado da concentração em g/L colocou-se uma questão prévia ao experimento, solicitando que indicassem a concentração do bicarbonato de sódio no rótulo da água mineral que trouxeram para a aula. Pediu-se que fizessem a conversão das quantidades apresentadas em mg para quantidades em grama presentes em 1 L da solução. Converteu-se os dados das demais espécies químicas, em miligramas, presentes na água mineral para gramas do componente em 1 L da solução aquosa. Colocou-se que ao se preparar uma solução, costuma-se indicar no rótulo do frasco a sua composição, isto é, a quantidade de soluto que se encontra dissolvido num certo volume de solução. A composição de uma solução chama-se concentração. Estabeleceu-se, então, que existem muitas maneiras de se expressar a concentração das soluções, porém, a mais comum indica a quantidade de soluto expressa em massa e o volume em litros. A estratégia serviu para que ficasse bastante claro para os alunos que é comum em laboratórios se expressar as concentrações em g/L.

Após realização das atividades anteriores, passou-se a executar o procedimento para o preparo de soluções *(Anexo 12)*. Na parte A do experimento, solicitou-se que misturassem duas colheres contendo sulfato de cobre em 20 mL de água e completassem o volume a 100 mL em balão volumétrico. Após os procedimentos descritos no roteiro, os alunos foram orientados a rotularem a solução como **"solução A"**. Repetiu-se os procedimentos anteriores, adicionando-se, agora, uma colher de sulfato de cobre, rotulando-as de **"solução B"**. Durante a execução experimental, colocava-se algumas questões para que discutissem e melhor acompanhassem o experimento que estavam ralizando. Após observação das duas soluções que prepararam, e com o intuito de sedimentar os conceitos de

soluto e solvente,coloca-se uma questão dividida em três itens: a, b e c. No ítem a foi pedido que indicassem qual seria o componente denominado soluto. Todos os grupos foram unânimes em relatar que o soluto seria o sulfato de cobre. O ítem b pretendia abordar aspectos relacionados a concentração da solução em vista da diferença de coloração entre ambas. Nesta questão todos os grupos, sem qualquer dificuldade, responde que a solução com coloração mais intensa seria a solução onde se tinha colocado duas colheres de sulfato de cobre. Dois dos grupos em suas colocações indicaram que a solução A seria a mais concentrada ao passo que a B seria a mais diluída. O ítem c do roteiro questiona-os sobre a composição das duas soluções. Nesta questão pede-se para que comentem sobre a relação entre as quantidades de soluto e quantidade da solução. Seria a mesma para as duas soluções?

G1. Não, a solução A apresenta mais soluto que a solução B na mesma quantidade de água.

G2. Não contém a mesma quantidade de soluto, pois a solução A tem duas colheres de sulfato de cobre e a solução B tem só uma.

G3. A relação entre a quantidade de soluto e de solução em A e B são diferentes, pois em A tem duas colheres de sulfato de cobre e na B tem uma colher em 100 mL de água.

G4. Em A tem duas colheres em em B tem uma colher. Podemos ver que a quantidade de água nas duas é a mesma (100 mL).

G5. A relação em A e B não é a mesma porque colocou 1 colher em B e duas em A.

G6. As concentrações de A e B são diferentes. Na experiência foi colocado 2 colheres de sal em A e 1 colher em B e só 100 mL de água.

G7. No primeiro caso (solução A) tem duas colheres de sulfato e na B (solução B), temos uma colher. As quantidades de solutos são diferentes. Em A ficou azul mais escuro em em B ficou azul mais claro.

Como se pode perceber, os alunos compreenderam que a composição das soluções são diferentes e que esta relaciona-se com a quantidade de soluto adicionado no mesmo volume de água. Como visto, alguns dos grupos conseguiram relacionar o fato às concentrações de ambas as soluções.

Na segunda questão, indica-se dois retângulos representando etiquetas a serem colocadas em um frasco e solicita-se que indiquem a composição da solução A e da B. Os alunos indicaram que a solução A teria como rótulo 2 colheres de

$CuSO_4$ em 100 mL de água. A maioria indicou para a solução A escrevendo do seguinte modo: 2 colheres $CuSO_4$ / 100 mL H_2O. Para a solução B, foi frequente a resposta: 1 colher $CuSO_4$ / 100 mL H_2O.

Uma terceira questão pedia para que os diferentes grupos comparassem, quanto a composição e ao aspecto, uma solução aquosa de sulfato de cobre com uma amostra de água. Os alunos de todos os grupos indicaram repostas parecidas a dada pelo Grupo 1:

G1. A água é incolor e não tem cheiro e a solução com sulfato de cobre apresenta cor azulada e um certo cheiro.

A quarta questão proposta solicitava que se os alunos tivessem que preparar 1 Litro de solução com a mesma coloração da solução A, quantas colherinhas de sulfato de cobre deveriam usar? Por que?

Nesta questão os alunos utilizaram-se da denominada regra de três para a resposta. Percebeu-se que não tiveram dificuldades na realização do cálculo e responderam corretamente ao solicitado. A quinta questão solicitava que indicassem quantas colheres de sulfato de cobre deveriam ser usadas para se preparar 1 litro de solução com a mesma coloração que a da solução B. Novamente a resposta foi obtida de maneira bastante tranquila, exigindo pouca interferência por parte do professor.

A sexta questão pretendia verificar se os alunos conseguiam naturalmente transcrever os resultados anteriores utilizando-se a notação g/L. Para isso, admitia-se que uma colherinha de sulfato de cobre corresponderia a 2,5 g desse produto. Perguntava-se: “Que rótulos seriam colocados nas soluções dos itens 4 e 5, expressando a concentração em g/L?”

Nessa questão, os alunos solicitaram uma maior intervenção por parte do professor na realização dos cálculos até se chegar aos resultados pretendidos. Porém, verifica-se que a grande maioria dos alunos conseguiram entender o conceito pretendido e o significado do que acabaram de escrever, ou seja, não apenas repetiam mecanicamente. Podia-se perceber que os alunos se expressavam com certa segurança e e atribuiam um significado ao que representavam.O diálogo entre os diferentes grupos foi bastante intenso.

Para uma melhor compreensão do conceito de concentração em quantidade de matéria (mols), retoma-se o roteiro entregue aos alunos para leitura do texto sobre o **Mol e quantidade de matéria** *(Anexo 11)*. O Texto foi extraído do caderno

do Professor, 1º Bimestre. Após leitura do texto e discussão em sala, colocou-se na lousa a seguinte questão: “Quantos mols há em 24 g de carbono? E quantos átomos?” Os alunos tentaram responder, num primeiro momento, apoiados somente pelo texto lido. Percebe-se aí, uma certa dificuldade em relação ao trabalho com a unidade MOL. Para uma melhor compreensão do conceito adaptou-se um texto extraído do Livro 1 (GEPEQ, 1993”), denominado **Massa e Quantidade de Matéria**. Alguns dos exercícios indicados no livro foram feitos pelos alunos com a ajuda do professor. Permitiu-se que tentassem resolver os problemas sozinhos e só em último caso, eram ajudados na resolução. Parece-nos que o fato de lerem um novo texto e tornarem a discutir sobre o assunto havia ajudado sensivelmente os alunos na elaboração do conceito. Os alunos citam que uma analogia feita pelos autores do livro envolvendo caminhões carregados com quantidades diferentes de blocos (plástico, argila e concreto) facilitara bastante a compreensão do conceito de mol e quantidade de matéria, assim como os exercícios que fizeram. Um trecho do livro encontra-se abaixo indicado:

“ Um mol de partículas de qualquer substância contém sempre o mesmo número de partículas – embora as massas correspondentes a um mol de partículas (as massas molares das substâncias) possam ser diferentes. Para entender isso melhor, acompanhe a analogia feita com caminhões carregados. Os três veículos carregam o mesmo número de blocos (“partículas”): 2000 (“um mol”). Mas, as massas correspondentes ao mesmo número de blocos (as “massas molares”) são diferentes, pois os blocos são de substâncias diferentes. Lembre-se que o valor real do mol é 6,02 x 10^{23}” (GEPEQ -Interações e Transformações – Química para o Segundo Grau,1993).

Após leitura do texto e resolução dos exercícios propostos no material instrucional do GEPEQ, retornou-se à questão de número 7 do roteiro de estudos entregue inicialmente. A questão pedia que se expressasse a composição das soluções A e B em quantidade de matéria (mols) de partículas em 1 litro da solução. Foi surpreendente verificar a autonomia dos alunos para responder a questão. Parece-nos que de maneira efetiva eles se aproriaram do conceito de quantidade de matéria em mols. Ao percorrer cada um dos grupos, percebia-se a interação e o empenho na resolução do problema. O fato demonstrou que o texto do GEPEQ serviu como um mediador de aprendizagens, tornando o conceito mais claro para os

alunos. Os alunos que tinham mais dificuldade em perceber o conceito e mesmo o que se pedia no exercício eram ajudados pelos colegas na resolução.

Para fazer com que os alunos utilizassem o conceito em outro contexto, o que pode contribuir para a consolidação do aprendizado, propôs-se a atividade listada no roteiro de trabalho como Atividade 8. Nesta atividade solicitava-se que comparassem em termos de quantidade de matéria as concentrações de algumas espécies dissolvidas na água do mar.

Colocou-se na lousa uma tabela (idêntica a desctrita no roteiro) e solicitou-se que os diferentes grupos escolhessem um dos elementos para completar os dados relativos a concentração (g/L), concentração (mol/L) e número de partículas por litro. No momento que colocavam, explicavam o raciocínio, momento este que permitia uma interação aluno-aluno e a intervenção do professor na condução da atividade.

Na parte B do experimento, tinha-se como objetivo fazer o aluno entender o processo de diluição de uma solução *(Anexo 12)*. Solicitou-se que transferissem 5 mL da solução A para um tubo de ensaio. Perguntou-se quantos gramas de sulfato de cobre estariam contidos nos 5 mL transferidos. Os alunos de cada um dos grupos fizeram os cálculos e indicaram a resposta em local aproriado no roteiro. Percebia-se que alguns dos alunos tinham uma maior autonomia na resolução do problema. Aproveitou-se desse fato para instigar os mesmos a auxiliar os que tinham maior dificuldade e notava-se, então, muita discussão nos diferentes grupos. Dando continuidade a atividade, solicitou-se que adicionassem mais 5 mL de água e rotulassem como “solução C”. A partir daí, algumas questões foram propostas.

Figura 52. Alunos preparando soluções.

1. A concentração da solução C é a mesma da A? Por quê?

Abaixo, estão transcritas algumas das respostas dadas:

G1. Não, por que foram retirados somente 5 mL da solução A e foi colocado mais 5 mL de água. Portanto, a solução A tem maior concentração.

G2. Não, porque adicionamos água, realiza-se uma dissolução, diminuindo a concentração.

G3. Achamos que a A é mais concentrada que a C, pois na C nós adicionamos mais água.

G4. A solução C é a de menor concentração, pois nós colocamos mais 5 mL de água destilada, portanto a solução diminuiu a concentração.

G5. Nós achamos que a A é mais concentrada que a C, pois nós colocamos água na C e diluiu mais (ficou mias rala).

G6. A solução A é mais concentrada já que nós adicionamos água para fazer a solução C.

G7. Quando acrescentamos água a solução C esta ficou mais diluida e então a A é mais concentrada que a C.

Alguns dos grupos trazem do senso comum que a solução mais diluida é a mais "rala". Um dos alunos comenta: "*O café chamado água de batata é ralo, por que tem muita água e pouco café. O café tá bastante diluído na água. Tem gente que chama de "chafé".* Este fato produziu um momento de descontração e todos riram da fala do colega, mas a fala do aluno foi um gancho para poder se explicar o que significava a diluição de uma dada solução em relação às quantidades de soluto e solvente após a adição de mais solvente.

Figura 53. Diluindo soluções.

A segunda questão da parte B solicitava que os alunos fizessem um cálculo da quantidade em gramas de sulfato de cobre que estaria presente na solução C. Mais uma vez percebeu-se uma interação pronunciada nos grupos e a resposta fora dada sem maiores dificuldades.

Na terceira questão, solicitava-se que os alunos indicassem o volume total da solução após terem adicionado água. Esta questão foi respondida, também, sem dificuldades por todos os grupos. A quarta questão solicitava que se calculasse a concentração da solução C em gramas de sulfato de cobre por litro de solução. Novamente, percebeu-se que todos os alunos participavam da resolução. Os alunos que encontravam um pouco mais de dificuldades, eram orientados pelos próprios colegas e a interação novamente se estabelecia durante o processo.

Figura 54. Aluna orientando colegas no preparo de soluções.

Em continuidade ao experimento, orientou-se os alunos para que transferissem 10 mL da solução B para outro tubo de ensaio e rotulassem como "solução D". Fez-se mais algumas questões acerca do procedimento. Na 5ª questão, perguntou-se se a concentração da solução seria a mesma da solução B e solicitava-se que explicassem o por que.

G1. Sim, pois retiramos a solução já pronta, sem acrescentar nada, sendo assim, a concentração continua a mesma.

G2. Sim pois a porcentagem de soluto e solvente é a mesma.

G3. A concentração continua a mesma pois só retiramos uma parcela e colocamos no tubo de ensaio.

Verifica-se que os demais grupos dão respostas semelhantes, indicando que entenderam que não houve perturbação na concentração da solução, uma vez que somente retiraram uma alíquota da mesma.

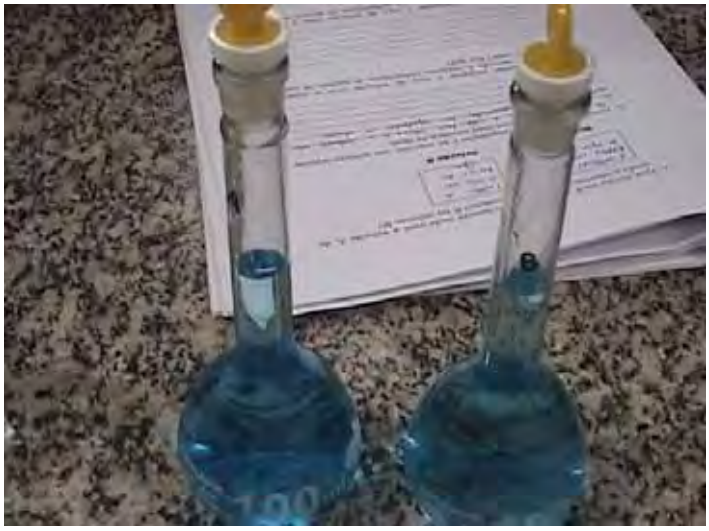


Figura 55. Balões com soluções preparadas.

A questão 6 pede que os alunos calculem a concentração da solução D em gramas de sulfato de cobre por litro de solução. Pediu-se que um dos grupos colocasse o cálculo na lousa e que os demais grupos participassem da resolução. Ao se dialogar com os alunos, principalmente os que mostravam maior dificuldade no início, percebeu-se no momento, uma melhora sensível na habilidade para calcular as concentrações. O mais importante é o fato de verificarmos que os alunos se apropriavam do conceito que pretendíamos que se estabelecesse.

A 7ª questão procurava abordar a concentração a partir de aspectos relacionados à percepção de diferenças na coloração das soluções. Pediu-se que comparassem a intensidade de cor das soluções C e D. Abaixo,indicamos algumas das respostas, uma vez que não houveram diferenças significativas entre as respostas dadas.

G1. Que a concentração C apresenta cor mais clara que a D. Sim, através da observação podemos descobrir qual solução é a mais concentrada.

G2. Uma solução é mais clara e outra é mais escura. Sim, pois quanto mais clara, menos concentrada.

G3. Podemos observar que a solução C ficou menos concentrada pelo fato de estar mais clara. A outra é mais escura, portanto mais concentrada.

Na 8ª questão procurou-se verificar se a variação de concentração em relação ao volume são grandezas diretamente ou inversamente proporcionais. Verificou-se que alguns grupos tinham dificuldade em responder tal questão, o que nos fez intervir e instigar uma resposta, não importando num primeiro momento se esta seria correta. Encorajamos, desse modo, os alunos a responderem. Após a resposta dos alunos, comentamos a partir de exemplos mais próximos dos mesmos o conceito de grandezas diretamente e inversamente proporcionais. A ajuda dada permitiu que respondessem de maneira correta a questão e percebessem que se o volume aumentasse, a concentração diminuiria e a massa do soluto permaneceria inalterada.

Figura 56. Alunos em discussão pós-experimentação.

Quando foi apresentado o vídeo de abertura, muito se falou sobre o problema da poluição ambiental e particularmente da poluição da água. Muitos conceitos químicos apareceram ao longo da apresentação e foram sendo sistematizados a partir das atividades propostas. O vídeo explorou particularmente a poluição da água causada por detergentes. Embora os alunos saibam que o detergente polui rios, lagos, represas, provavelmente terão dificuldades em explicar cientificamente como ocorre a ação poluidora deste material de limpeza. Em vista disso, colocou-se algumas questões prévias como as que se seguem:

1. Porque pequenos objetos podem flutuar sobre a superfície da água?
2. Por que insetos caminham sobre a superfície da água? Por que aves aquáticas flutuam, sem afundar?

3. O que estes fatos tem a ver com o problema da poluição ambiental?

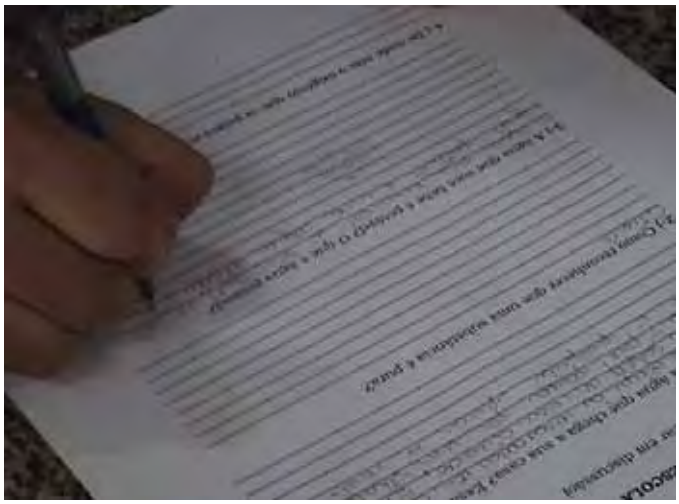


Figura 57. Aluno escrevendo a opinião do grupo sobre a questão proposta.

A maioria dos alunos parecem ter a noção de que existe uma película que segura os objetos sobre a superfície da água, conforme descrito nas respostas dadas. O Grupo G3 coloca corretamente as palavras *tensão superficial*. O Grupo 7, demostra ter a noção de que os objetos não afundam por conta de, segundo eles, serem mais "*leves"* que a água, mas percebe-se que não conseguem dar uma resposta mais consistente ao que foi perguntado. Este fato, chamou-nos a atenção e fez com que nos voltassemos para este Grupo a fim de levá-los a compreender corretamente o que significava o fato em questão. Porém, tomou-se o cuidado em não dar a resposta de imediato, sem antes realizarem a atividade experimental. Porém sentiu-se a necessidade de ficarmos mais proximos do Grupo 7, que apresentava uma maior dificuldade conceitual.

G1. Por causa de uma película presente na superfície da água.

G2. Por que por serem leves, não conseguem romper uma película existente na superfície da água.

G3. Pela resistência da tensão superficial.

G4. Por que eles não são pesados o suficiente e a película de água pode aguentar.

G5. Pelo fato da água estar limpa, sem nenhum resíduo e nesse caso podem flutuar em cima de uma película da água.

G6. Por que existe uma película de resistência sobre a água, por isso a moeda não afunda.

G7. Por que os materiais "objetos" são mais leves que a água.

Na segunda questão a maioria dos alunos responde que a película formada na superfície da água seria a responsável pela sustentação dos insetos e mesmo da água. O grupo 7, que anteriormente havíamos visto ter mais dificuldade conceitual, responde que as aves flutuam por conta de uma "bexiga de ar" que possuem. Este fato mais uma vez demonstra que os alunos do Grupo 7 não tem ainda o conceito de tensão superficial estabelecido em suas estruturas cognitivas, o que nos motiva a estar mais próximo deste grupo de alunos.

A terceira questão é respondida, indicando que os diferentes grupos tem a noção de que a película responsável pela sustentação dos objetos, insetos e aves poderá ser perturbada pela adição de agentes poluidores como, por exemplo, o detergente. Alguns dos grupos respondem do seguinte modo:

G1. Com a poluição aquática essa película é "quebrada", principalmente por causa de detergentes.

G2. Quando a água é poluída, os produtos químicos jogados nela, separam as moléculas da película da água e da substância presente nas penas das aves, assim estes não conseguirão flutuar, e além disso, as aves, por perder as substâncias de suas penas, que impedem que fiquem molhadas, irão encharcar suas penas e morrerem de frio e contaminação pela poluição.

G3. Pois as moléculas provenientes da poluição afetam as moléculas de água de uma forma que a proximidade entre elas diminui, alterando assim a tensão superficial.

G4. As moléculas de água são separadas ficando mais distantes uma das outras e assim a poluição, principalmente de detergentes, pode fazer com que as aves não consigam mais flutuar.

G5. Vai diminuir a tensão e os animais não poderão mais caminhar sobre as águas.

G6. Por que se a água conter poluição, como os detergente, os insetos não conseguirão flutuar pois haverá uma afastamento das partículas da água o que vai fazer a diminuição da tensão.

G7. A poluição afeta os animais por causa da contaminação e eles podem até morrer.

Como comentado anteriormente, em vez de apresentar a resposta pronta, decidiu-se propôr a realização da atividade experimental, denominada ***Giz sobre a água*** *(Anexo 13)*. Neste momento, preferiu-se acompanhar mais de perto os procedimentos do Grupo 7, porém nunca deixando de verificar os outros grupos, também. A fim de promover discussões em torno da atividade, dirigiu-se aos alunos as seguintes questões:

a) o que teria provocado o afastamento do pó de giz?
b) pó que o pó de giz não afunda antes de colocarmos o detergente?
c) Você poderia repetir o fenômeno, mesmo depois de ter provocado o fenômeno, no mesmo sistema?
d) apresente possíveis explicações para o fenômeno.

Figura 58. Alunos raspando giz na água de um béquer.

As questões acima tem o objetivo de levar os alunos a interpretar o **fenômeno**, a fim de que levantem hipóteses explicativas. Abaixo, transcrevemos algumas dessas hipóteses:

G1. A "quebra" da película presente na água.

G2. A separação das moléculas da superfície da água pelo detergente.

G3. O detergente quebrou a película responsável pela tensão superficial.

G4. O detergente teve contato com as moléculas da água e fez com que elas ficassem menos aderidas e o giz afunda.

G5. O que teria provocado foi pelo fato de que quando colocamos a gota de detergente o giz que estava flutuando ele afundou, pois a aderência entre as moléculas de água diminui muito.

G6. O detergente rompeu a película de água e esta não conseguiu mais segurar o pó de giz. O pó de giz vai ao fundo, pois não tem mais sustentação.

G7. A substância do detergente.

Figura 59. Alunos durante a execução experimental: adição de detergente na água com pó de giz.

O item b questiona os alunos sobre o fato do pó de giz não afundar antes da colocação do detergente. Algumas das respostas são descritas abaixo:

G1. Por que a película de água sustenta o pó de giz na superfície. As partículas de água estão muito unidas.

G2. Alguns pedacinhos maiores afundaram. A maioria por ser leve ficam sobre a água, pois na água tem uma película resistente.

G3. Por que as moléculas estavam aderidas.

G4. Por que o giz é menos denso que a água e o detergente.

G5. A água está bastante unida uma as outras e o pó de giz não consegue afundar.

G6. Por que ele fica concentrado na película que há na água.

G7. Por que o giz tem menor densidade que a água.

Notou-se que os alunos, na sua grande maioria, tem a noção de que o detergente é um agente que perturba de certa maneira a interação entre as moléculas de água. Segundo diálogo com os diferentes grupos, muitos dos alunos

comentam que o detergente entra no meio das moléculas de água, afastando-as uma das outras. Alguns alunos relacionam o fato ao giz ser menos denso, como idéia de “menos pesado”, não citando o detergente como um interferente.

No item c, perguntou-se se o fenômeno poderia ser repetido, mesmo após a adição do detergente. Uma variedade de respostas foi dada a essa questão, porém percebeu-se que os alunos tem a noção de que a película de água seria rompida, não mais podendo sustentar os objetos.

G1. Não, pois depois que a película é quebrada o pó de giz começa a afundar e não há mais sustentação.

G2. Não dá para repetir pois o detergente poluiu a água e assim não terá mais a película que fazia os objetos pararem.

G3. Não, porque as moléculas deixaram de ficar aderidas.

G4. Não, pois tentamos por de novo e nada aconteceu.

G5. Não, pelo fato do detergente já estar presente na água e esta não ficar mais unida umas as outras.

G6. Não pois o detergente já agiu e separou demais as moléculas de água.

G7. Não irá acontecer nada, pois o detergente poluiu a água.

A fim de melhor visualizar os modelos propostos pelos alunos, pediu-se no ítem d que apresentassem possíveis explicações para o fenômeno.

G1. A película da água consegue manter algumas substâncias na superfície, porém quando o detergente é adicionado na água, a película é quebrada e as substâncias afundam.

G2.Quando as moléculas da água estão juntas, materiais sólidos leves, conseguem permanecer flutuando na água. Quando essas moléculas são separadas pelo detergente, os objetos não encontram apoio e afundam.

G3. O detergente em contato com as moléculas de água fez com que essas moléculas ficassem menos aderidas e o giz afundasse.

G4. Que quando o detergente rela no giz, ele quebra a película de água e o giz afunda.

G5. Na água tem uma película e ao colocar o detergente ela será quebrada.

G6. A água ficará sem a película que sustenta o giz e este vai afundar por causa do detergente que se enfia no meio das águas.

G7. Após jogarmos o detergente parece que a água contraiu e o pó afundou. O detergente poluiu a água.

Figura 60. Alunos em discussão pós-experimentação.

A fim de verificar os modelos propostos, pediu-se que cada um dos grupos representassem numa folha de sulfite o que acabaram de comentar. As folhas com os desenhos (“modelos propostos”) foram coladas na lousa para que todos os demais grupos pudessem acompanhar o que cada um havia desenhado. Percebeu-se que o Grupo 7 começava a construir o conhecimento pretendido, uma vez que no desenho feito, representava as moléculas de água sendo “atacadas”, segundo diziam os alunos, pelo detergente. Relacionaram o fato a não sustentação dos objetos ou ao afundamento do pó de giz, quando se coloca o detergente. Nosso propósito inicial foi ouvir exaustivamente as respostas dadas pelos alunos, para só depois encaminhá-los a uma explicação mais condizente com o fato observado. Para uma consolidação do conhecimento, voltou-se ao vídeo inicial água (parte II), onde uma animação de computação gráfica mostrava o detergente se inserindo entre as partículas de água, separando-as. O vídeo sitematiza o conhecimento, colocando corretamente os conceito de ***Tensão Superficial***. No vídeo coloca-se a interação entre as moléculas de água a partir de ***ligações de hidrogênio***, portanto, mais um conceito ficara estabelecido e nos parece que os alunos conseguiam efetivamente entender o que pretendíamos ensinar. O vídeo, mais uma vez, serviu como mediador de aprendizagens, pois os alunos comentaram que as animações gráficas e o exposto no vídeo muito os ajudaram na aquisição dos conceitos (vídeo como facilitador de aprendizagens).

Após as discussões sobre o fenômeno da Tensão Superficial, buscou-se levá-los a entender o conceito de polaridade da molécula de água, que explica a ligação

de hidrogênio abordando-se através de uma outra atividade experimental bastante simples *(Anexo 14)*. Arranjou-se dois copos plásticos e num deles fez-se um pequeno furo no fundo. Colocou-se água neste copo de modo que se produzisse um filete de água. Atritou-se uma régua plástica em um papel toalha rústico e aproximou-se do filete de água. Neste momento questionou-se se percebiam alguma alteração no filete de água e solicitou-se que dessem uma explicação para o fato observado.

G1. Sim , ele deixa de ser reto e se aproxima da água. A régua contém carga positiva, então a carga negativa da água é atraída pela régua.

G2. A água vem em direção a régua indicando uma atração da água pelo plástico.

G3. A água e a régua tem sinais contrários e daí temos a atração. O filete de água segue em direção a régua.

G4. Sim, pelo fato da régua estar positiva e a água negativa, isso faz com que a positiva puxe a negativa para o seu lado.

G5.A explicação é que há uma eletricidade entre a régua e a água.

G6. Sim, ele muda de lugar. Conforme a direção da régua houve uma atração devido uma estar (+) e outra estar (-).

G7. Uma vai em direção da outra por causa de eletricidade diferentes entre uma e outra.

Figura 61.Verificando a polaridade da água.

Para uma melhor condução da discussão, propôs-se a leitura de um texto adaptado do Subsídios para a implementação da Proposta Curricular de Química para o 2º Grau: SE/CENP, 1978 *(Anexo 14)*. Após a leitura do texto, solicitou-se que

discutissem o que aconteceria se a água fosse substituída por uma substância de dipolo total nulo. Algumas das respostas estão transcritas abaixo:

G1. O filete continuaria reto e não seria atraído pela régua por não possuir nem carga positiva e nem negativa.

G2. A substância continuaria descendo na direção que começou, não mudaria seu curso, pois, por ser nula não se atrairia.

G3. A água ficaria no mesmo lugar, não mudaria de posição já que a substância seria neutra. Não teria cargas.

G4.Não teria nenhuma alteração, já que seria nula e não teria carga positiva e nem negativa.

G5. Vai ficar do mesmo jeito, pois não há carga elétrica.

G6. Ela não iria mudar de posição, pois ela não tem carga elétrica.

G7. Não mudará o seu rumo pois é nula e não possui nenhum tipo de carga elétrica.

Figura 62. Alunos após o término do experimento.

Numa segunda questão pós texto, solicitou-se que representassem através de um desenho em folha de sulfite a interação entre as moléculas de água, uma vez que estas seriam dotadas de cargas elétricas. As folhas de sulfite foram coladas na lousa para que todos pudessem visualizar os desenhos propostos. Cada um dos grupos era solicitado a explicar o desenho produzido. Percebeu-se efetiva interação entre todos os alunos e entre grupos. Somente, então, colocou-se na lousa um cartolina com um esquema das ligações de hidrogênio entre as moléculas de água para que pudessem confrontar o seu modelo com o representado na bibliografia.

Parece-nos que a estratégia da leitura do texto e do desenho (“modelo”) facilitara em muito a aquisição dos conceitos pretendidos, fato este, que se percebia no momento de diálogo pós experimentação e no momento em que explicavam os modelos propostos.

Para finalizar o estudo do tema “Água”,propôs-se um experimento denominado ***Poluição por Detergentes Sintéticos*** *(Anexo 15)*. Este experimento procurava fazer com que o aluno entendesse que agentes físicos e químicos poderiam alterar as condições naturais da água (agentes poluidores). Para dar início a atividade colocou-se uma frase de Tyller Myller (1976) sobre poluição:

“Poluição é a contaminação de um meio, seja do ar, seja da água ou do solo, com alguma forma de matéria ou energia a um nível indesejado. O nível considerado indesejável é culturalmente determinado (tradução livre)”

A partir dessa frase, fez-se questionamentos acerca do que o autor pretendia dizer. Abaixo, indica-se algumas dessas questões:

1. Tomando como referência a definição de Tyller, o que seria poluição da água?
2. Como explicar os termos “a um nível indesejado” e “culturalmente determinado”?
3. O que aconteceria se as águas de um rio recebessem, por exemplo, uma alta e contínua descarga de rejeitos orgânicos de uma indústria de alimentos?

Para a questão 1, temos:

Abaixo, indica-se algumas das respostas dadas a primeira questão:

G1. A contaminação da água, por produtos que não fazem parte do meio.

G2. Seria a contaminação de um certo meio com algum tipo de poluição que pode ser por produtos químicos ou ruídos (som muito alto).

G3. A água pode ser poluída por uma série de substâncias químicas indesejadas.

G4. Poluição da água é a contaminação com alguma forma de matéria a um nível indesejado.

As respostas dos demais grupos, seguem o mesmo padrão, portanto achou-se desnecessário representá-las aqui.

Na questão 2, parece estar claro para os alunos que o nível de poluição considerado indesejado pode ser diferente nas diferentes culturas. Alguns alunos,

durante o diálogo indicavam que algumas pessoas toleravam a poluição, simplesmente por que trabalhavam ou tinha parentes trabalhando na fonte poluidora. Abaixo, indicamos algumas das respostas dadas pelos alunos a segunda questão:

G1. "Nível indesejado" - em grande quantidade.

"culturalmente determinado" – de acordo com o tipo de poluição, pode variar a tolerância de acordo com a região.

G2. A um "nível indesejado" é algo exagerado.

"culturalmente determinado" é que algumas populações podem tolerar a poluição de uma área mais que a outra.

G5. Como por exemplo o barulho em algumas regiões, pessoas aturam mais e outras menos, então depende muito de um certo ponto para tornar indesejado.

G7. Seria uma poluição inesperada ou em excesso e culturalmente determinado seria por causa que as pessoas podem pensar diferentemente em relação a poluição.

A terceira questão é, também respondida sem muitas diferenças entre os diferentes grupos. Todos entendem que uma descarga excessiva de rejeitos orgânicos provocará um desequilíbrio no ambiente que, segundo eles, acarretará a morte de seres aquáticos pela falta de oxigênio.

G1. A água ficaria contaminada, causando a morte de peixes e deixando de ser potável; ficaria com mau cheiro e com gosto; acabaria com o oxigênio presente na água.

G2. Ficaria poluida e destruiria a fauna e a flora aquática por causa da falta de oxigênio.

G3.Ocorreria a poluição exagerada dessa água, alterando todo o ecossistema aquático. Consumiria o oxigênio, responsável pela respiração dos peixes.

G4. Os resíduos consumiriam o oxigênio da água e os peixes morreriam.

G5. Aconteceria a poluição da água, faltando o oxigênio e todos os que vivem nesse rio morreriam, como por exemplo os peixes que certamente morreriam.

G6. O rio ficaria literalmente poluído, não teria mais vida, se tornaria apenas um poço de rejeito orgânico.

G7. Peixes morreriam, plantas aquáticas morreriam, iria ficar com mal cheiro na região, iria trazer vários problemas para as pessoas.

A fim de se dialogar mais sobre o tema e ampliar os conhecimentos, sugeriu-se a leitura de um texto denominado *"Oxigênio dissolvido e qualidade da água"*

(Anexo 14). Após comentários a respeito do texto, passou-se a executar a atividade experimental “Ação Poluidora dos Detergentes Sintéticos” (Anexo 15). No decorrer da atividade, uma série de questionamentos apareciam e aproveitava-se, então, para dialogar com os alunos e assim verificar mais de perto os modelos mentais que iam construindo a respeito do observado. Notava-se uma estreita relação entre os membros dos diferentes grupos e a interação alunos-alunos e alunos-professor era fortalecida a cada momento. Abaixo, estão indicados alguns dos questionamentos feitos no desenrolar da atividade experimental.

1. Há formação de espuma, na mesma quantidade, em ambos os casos? Qual dos produtos utilizados – detergente e sabão – parece mais eficiente para lavar com água dura?
2. Compare os conteúdos dos tubos 3 e 4, transcorridos os 30 minutos de repouso. O que observa? Qual a diferença entre eles?

Figura 63. Experimento: Ação poluidora dos detergentes.

G1. Não, há presença de espuma nos dois tubos. No tubo com detergente a espuma está em maior quantidade. O detergente parece ser mais eficiente para lavar com água dura.

G2.Detergente, pois tem mais espuma. No caso da solução água mais sabão não fez espuma.

G3. Não, o tubo 2 tem mais espuma que o tubo 1. O detergente é mais eficiente.

As respostas dos demais grupos são muito parecidas. Após espera de 30 minutos e observações feitas, responderam a questão número 2. Algumas das respostas estão abaixo indicadas:

G1. O tubo que contém detergente possui uma coloração mais amarelada e apresenta bastante espuma; o que tem sabão tem coloração mais branca e apresenta menos espuma. Com o passar do tempo a espuma de ambos os tubos diminuíram.

G2. A espuma do tubo de ensaio 4 ficou menos concentrada. Já a do tubo 3, a espuma ficou mais intensa. O detergente é mesmo o mais eficiente.

G4. Que o tubo 3 ficou com mais espuma e o 4 com menos espuma. A eficiência do detergente pode ser considerada maior.

G6. O tubo 3 tem mais espuma e a água ficou mais limpa e o 4 tem menos espuma e a água ficou mais escura. Este fato comprova que o detergente tem maior função que o sabão.

G7. O detergente produz mais espuma do que o sabão. O detergente é mais eficiente.

Figura 64. Verificando a quantidade de espuma formada.

Alguns dos comentários feitos pelos alunos indicavam que o detergente poderia permanecer mais no ambiente, pois segundo eles, os mesmos produziram mais espuma e a contaminação do ambiente seria mais pronunciada.

4.2.1. Análise de dados a partir dos gráficos construídos: atividades 2º Ano Ensino Médio.

Análises acerca do observado no decorrer das atividades experimentais foram indicadas a partir dos gráficos abaixo.

Atividade 1. Evaporação de águas de diferentes procedências.

Como observado a partir dos gráficos, pode-se constatar que a maioria dos alunos consideram o experimento estudado como muito interessante. É necessário deixar claro que apesar do grande interesse manifestado pelos alunos, não devemos atribuir ao experimento objetivos de somente romper com a rotina da aula, de controlar melhor os alunos, aumentar a aprendizagem de conceitos científicos, pois isto pode limitar o potencial da atividade. As atividades precisam ser planejadas dentro do contexto de ensino, com períodos de discussão pré e pós-laboratório sem separação entre o fazer e o pensar. Devemos estar atentos para não incorrer em erros de atribuírmos às aulas experimentais o papel de servir como ilustração ou motivar os alunos, sem que os mesmos possam ao final da atividade experimental mudar suas concepções.

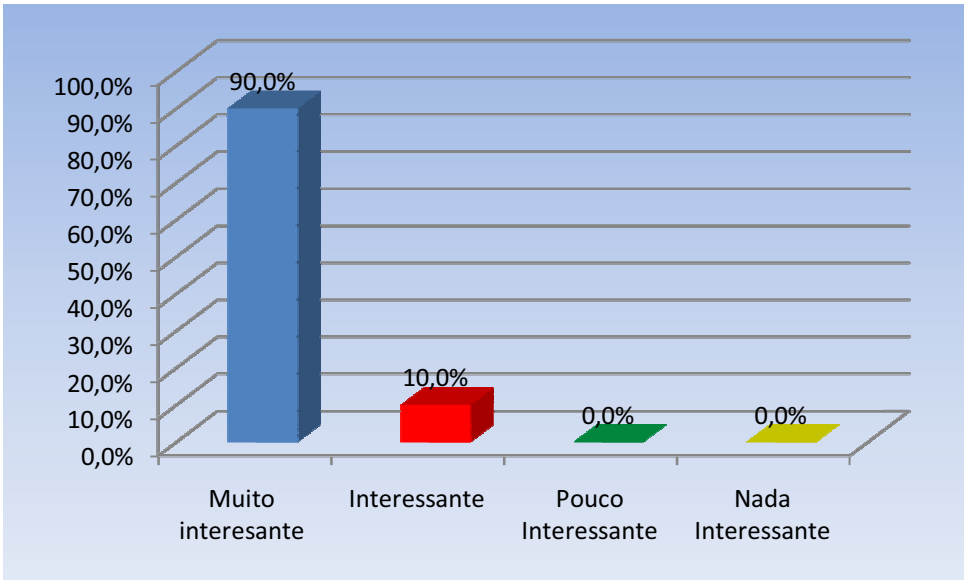


Figura 65. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

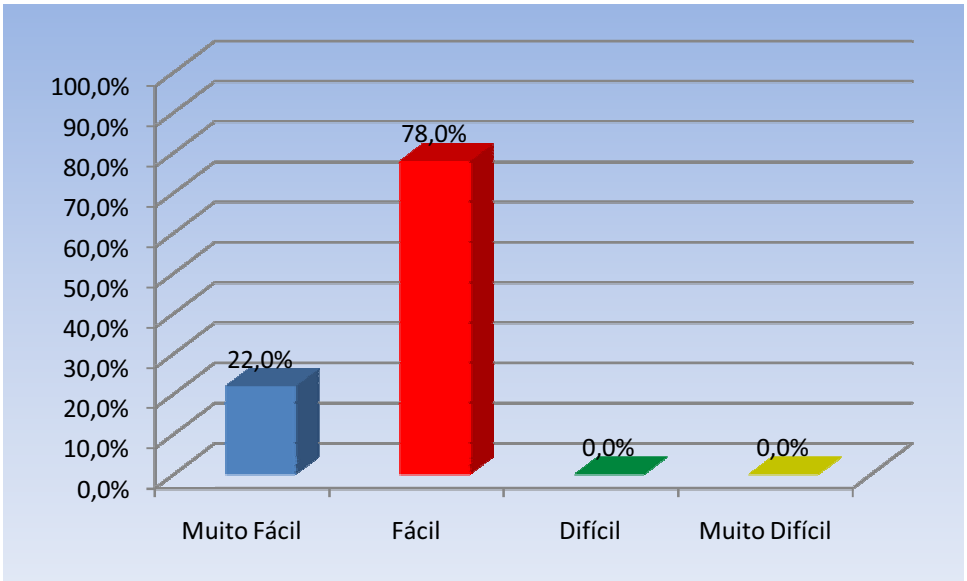


Figura 66. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

Dentro da perspectiva deste trabalho, sempre se propiciou momentos de discussão pré e pós-laboratório. Como podemos constatar a partir da análise de dados, os alunos consideram muito importante os momentos de interação entre os colegas de grupo e o encaminhamento das atividades pelo professor. De modo geral, pode-se perceber que os alunos alegam se sentirem nada perdidos ou pouco perdidos em todas as atividades realizadas.

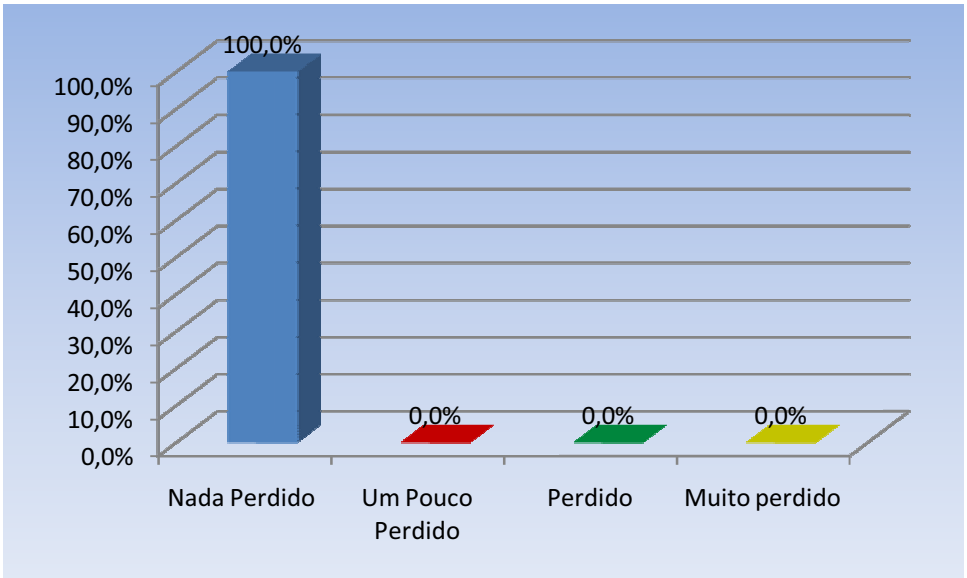


Figura 67. A segurança dos alunos quanto à realização da atividade experimental.

.

O entendimento dos objetivos da atividade experimental é de suma importância para a aquisição de conceitos e, como, pode-se perceber, em todas as atividades os alunos alegam terem entendido o objetivo do trabalho que estavam realizando.

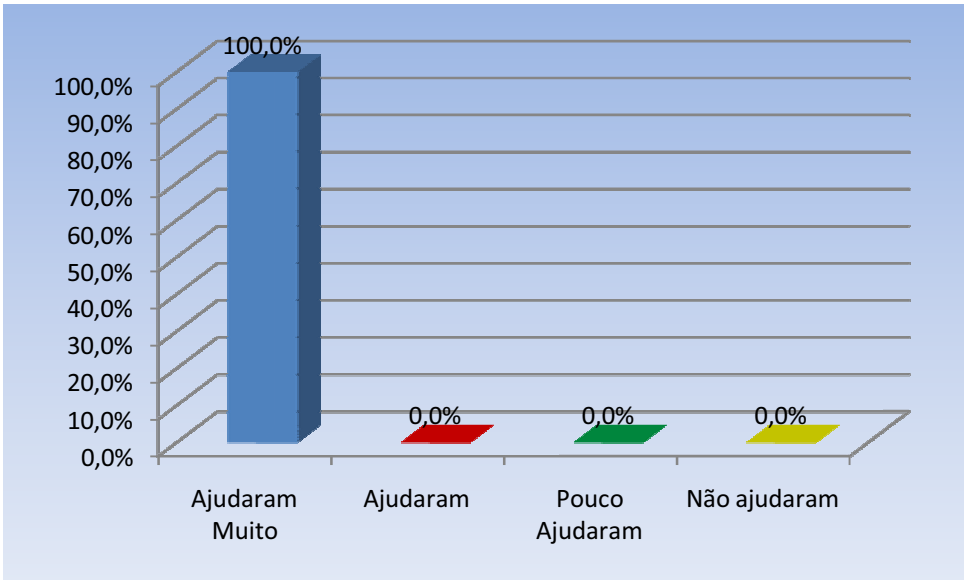


Figura 68. Importância dada às discussões em grupo.

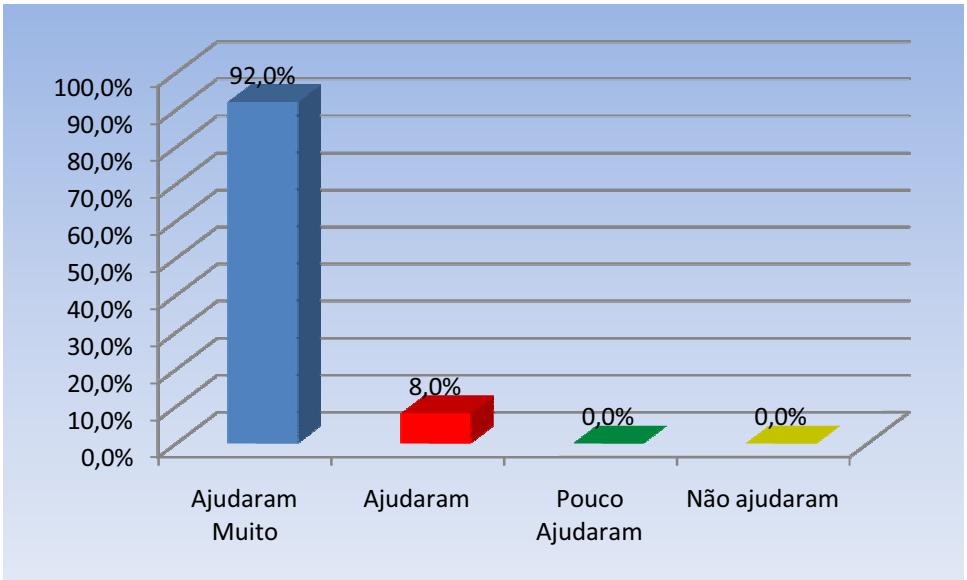


Figura 69. Importância dada às orientações do professor.

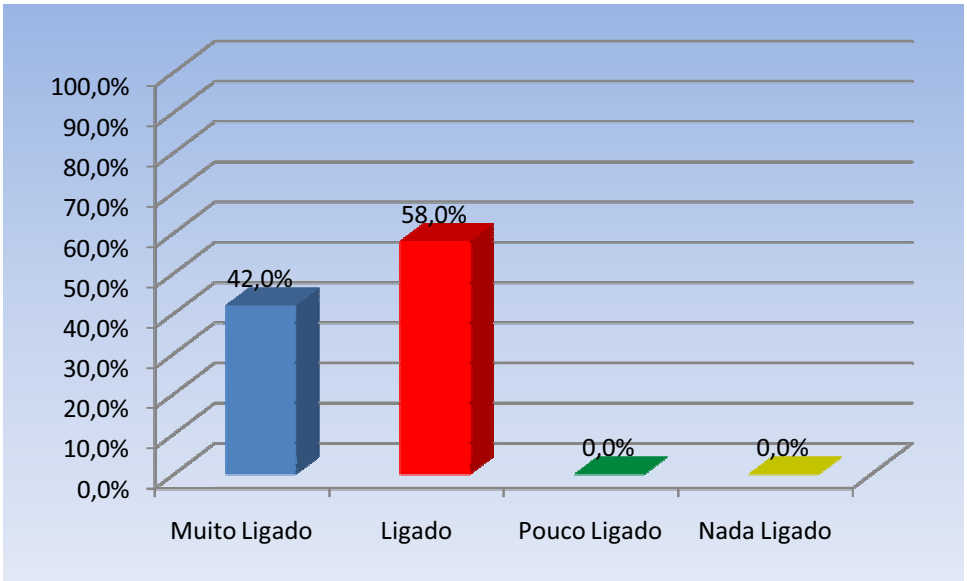


Figura 70. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

O entendimento dos objetivos da atividade experimental é de suma importância para a aquisição de conceitos e, como, pode-se perceber, em todas as atividades os alunos alegam terem entendido o objetivo do trabalho que estavam realizando.

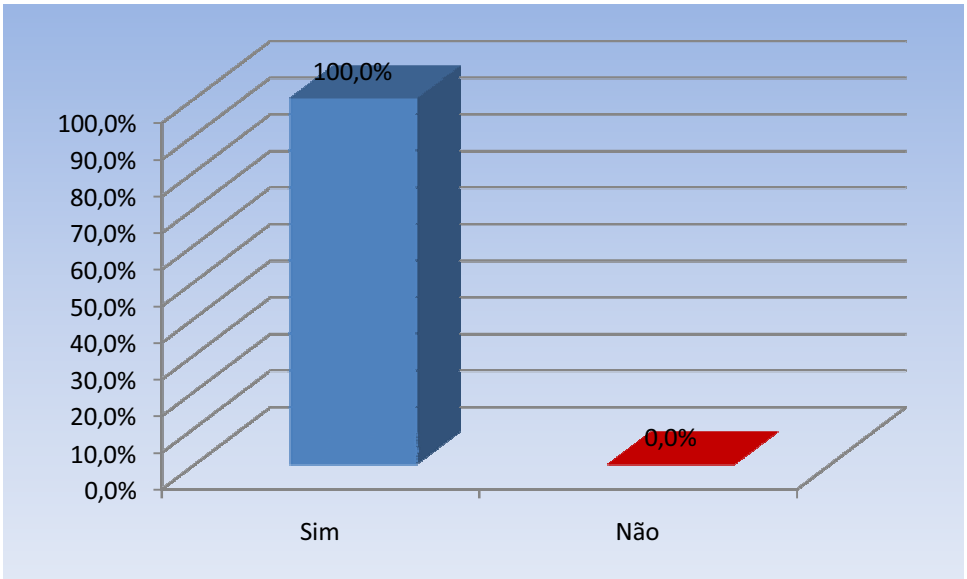


Figura 71. A compreensão do objetivo do experimento

Atividade 2. Até quanto um solido é solúvel em H_2O?

Grande maioria dos alunos considerou a atividade experimental muito interessante (90%). Nenhum dos alunos indica ser a atividade experimental pouco interessante ou nada interessante, fato este que denota o grande envolvimento de todos com o procedimento experimental. Percebe-se, mais uma vez que a interação entre os membros do grupo era fortalecida a cada atividade e que os mesmos estavam menos inseguros na execução do experimento.

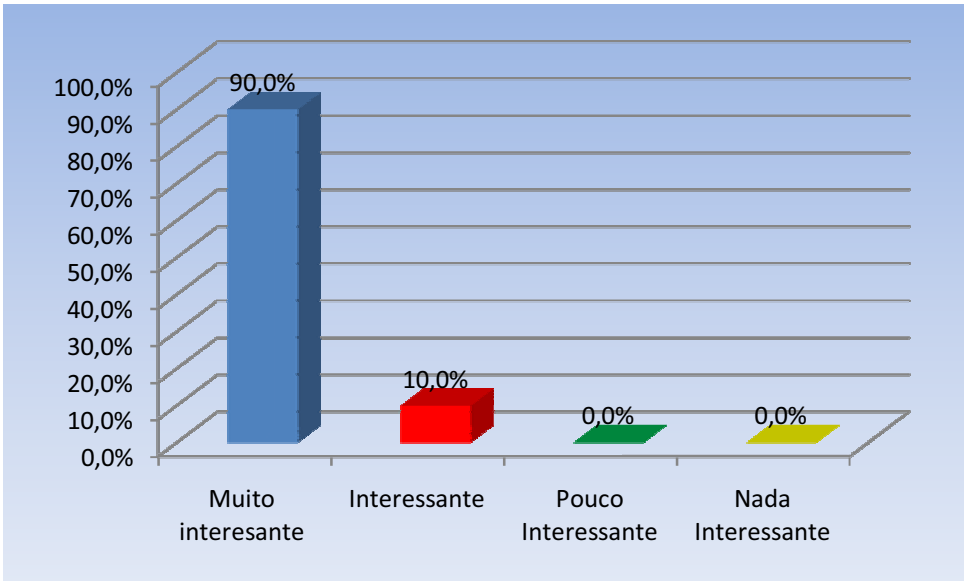


Figura 72. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

Mais uma vez, podemos observar a partir da análise gráfica que os alunos consideraram o experimento como de fácil realização, não encontrando, portanto, maiores obstáculos no manuseio dos equipamentos e na execução dos procedimentos encontrados no roteiro de atividades. Um fato interessante, que nos chamou a atenção a partir deste momento, diz respeito à maior participação dos alunos que notávamos inicialmente mais contidos. Parece-nos que estes alunos começam a entender, mesmo que de modo não consciente, que as interações sociais são obrigatóriamente ativas e que não estão mergulhados passivamente num conjunto de relações.

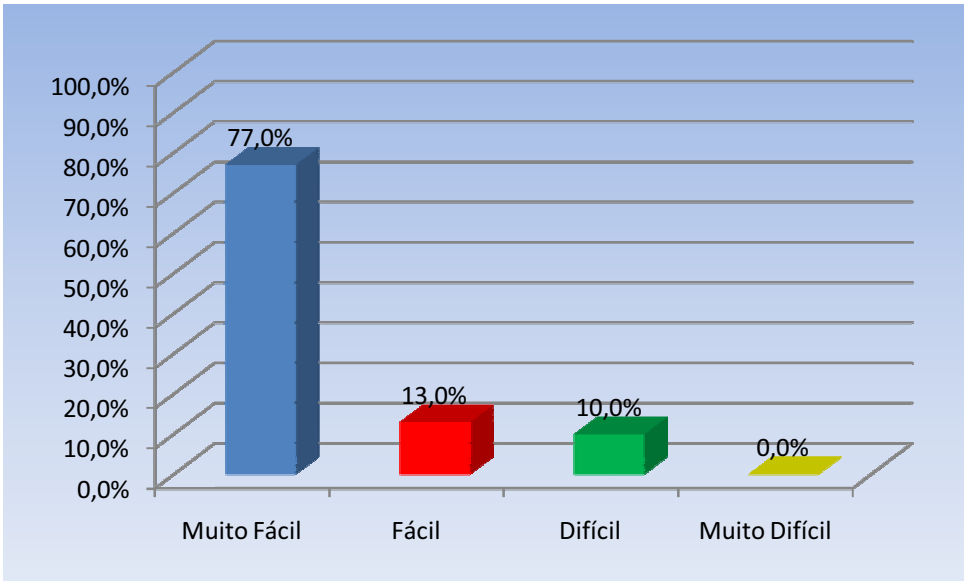


Figura 73. Grau de dificuldade dos alunos em realação ao experimento.

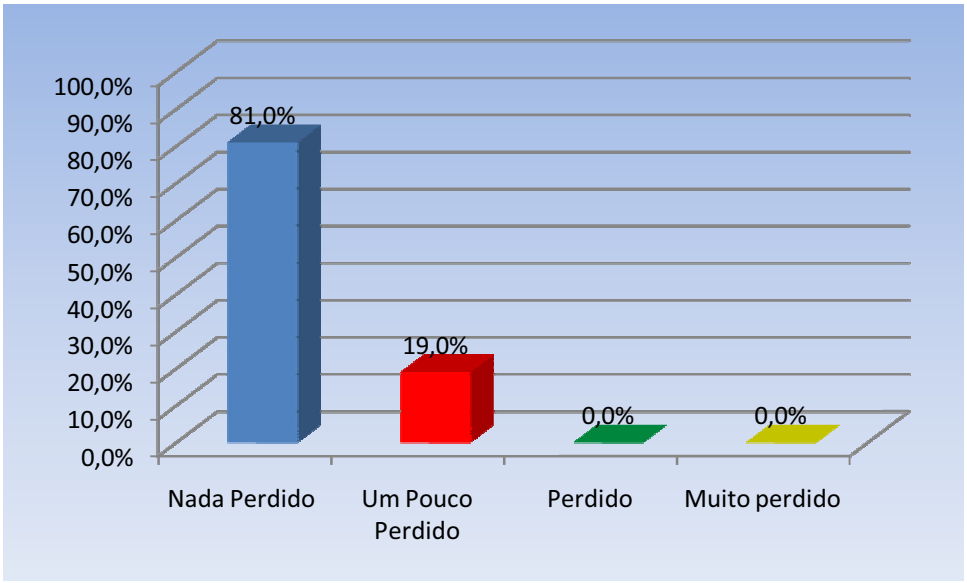


Figura 74. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

No gráfico da figura 78, podemos observar que a maioria dos alunos (90%) consideraram que as discussões em grupo e a interação com o professor (80%) os ajudaram muito no entendimento da atividade experimental e na aquisição de conceitos a partir desta.

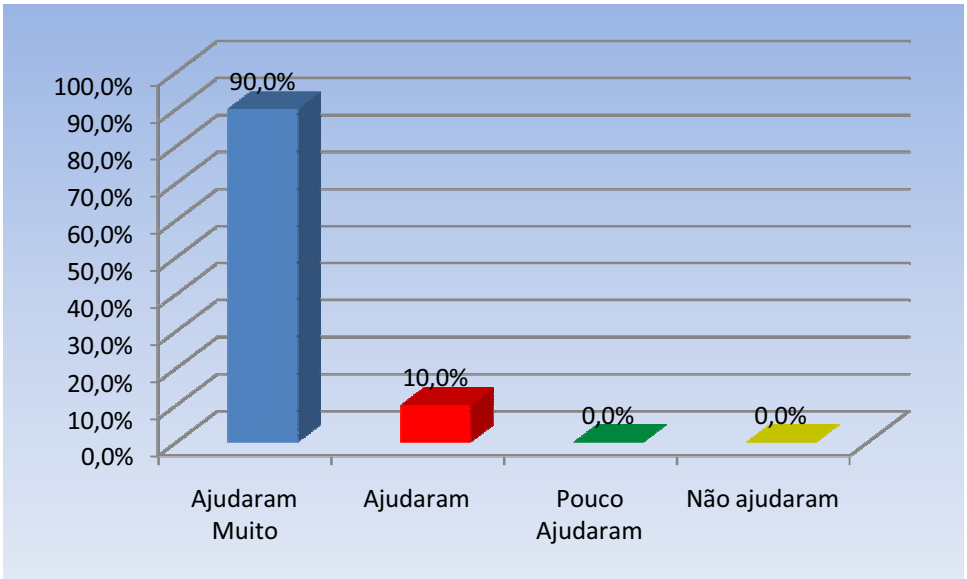


Figura 75. Importância dada às discussões em grupo.

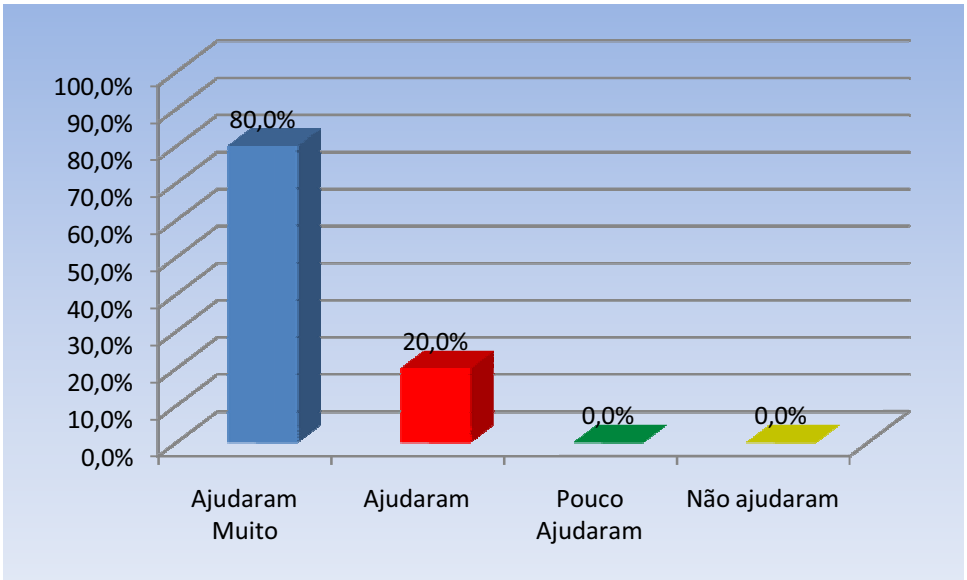


Figura 76. Importância dada às orientações do professor.

Os alunos apontam, neste caso, que o experimento realizado estava muito ligado ao vídeo de abertura (problematizador), fato este que nos indica que os conceitos foram mais facilmente compreendidos por que os alunos tiveram a oportunidade de rever os mesmos e aprofundá-los via experimentação, portanto

"enxergando-os" num novo contexto como coloca Bruner (2006) *"(...) novos modelos são formados em sistemas de representação potentes e crescentes. (...) o coração do processo educacional consiste em dar auxílios e diálogos, a fim de traduzir experiências em sistemas mais potentes de notação e ordenação.*

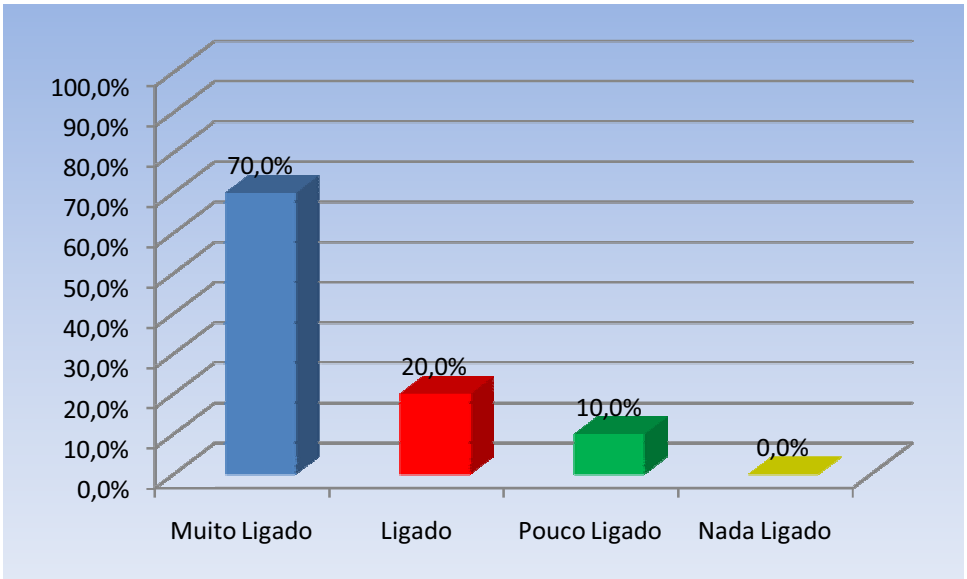


Figura 77. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

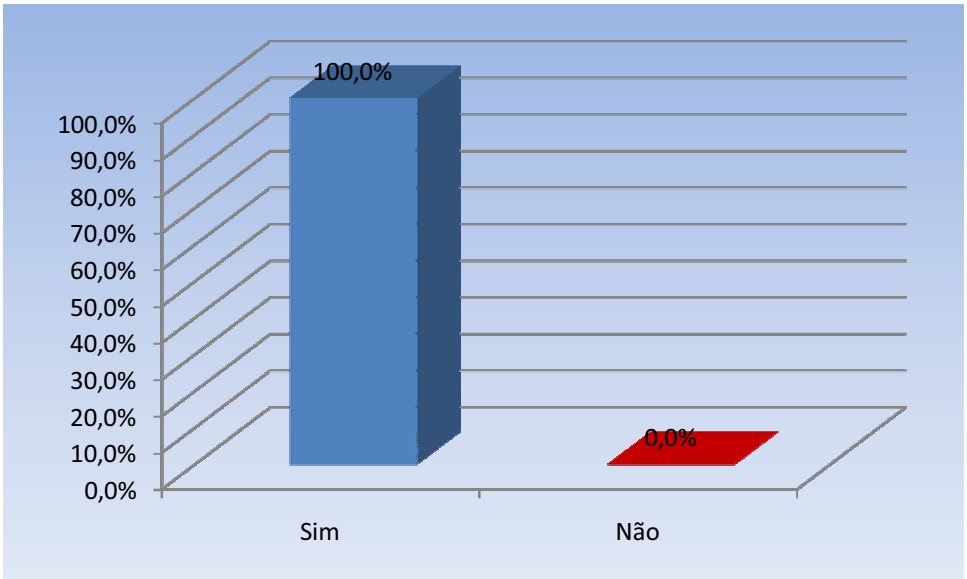


Figura 78. A compreensão do objetivo do experimento.

Atividade 3. Tratamento da água

Os alunos consideram o experimento realizado muito interessante (88%). Houve envolvimento dos alunos, principalmente na montagem do filtro com garrafas PET e no processo de filtração. Não houveram maiores dificuldades na realização da atividade já que 58% dos alunos indicaram que acharam o experimento de fácil execução. 42% dos alunos consideraram a atividade muito fácil, fato este que se refletiu nos dados encontrados no gráfico da figura 84, onde 92% dos alunos alegam não se sentirem nada perdidos durante o procedimento.

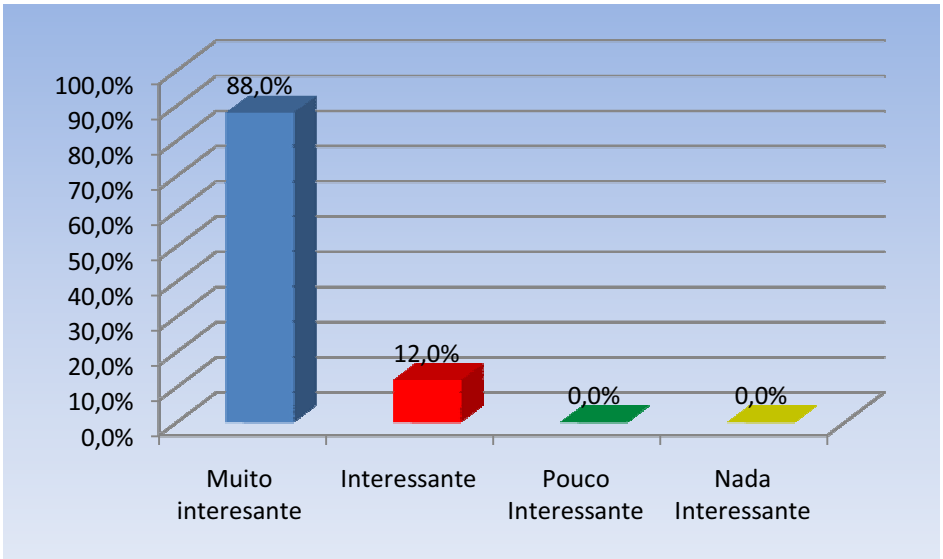


Figura 79. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

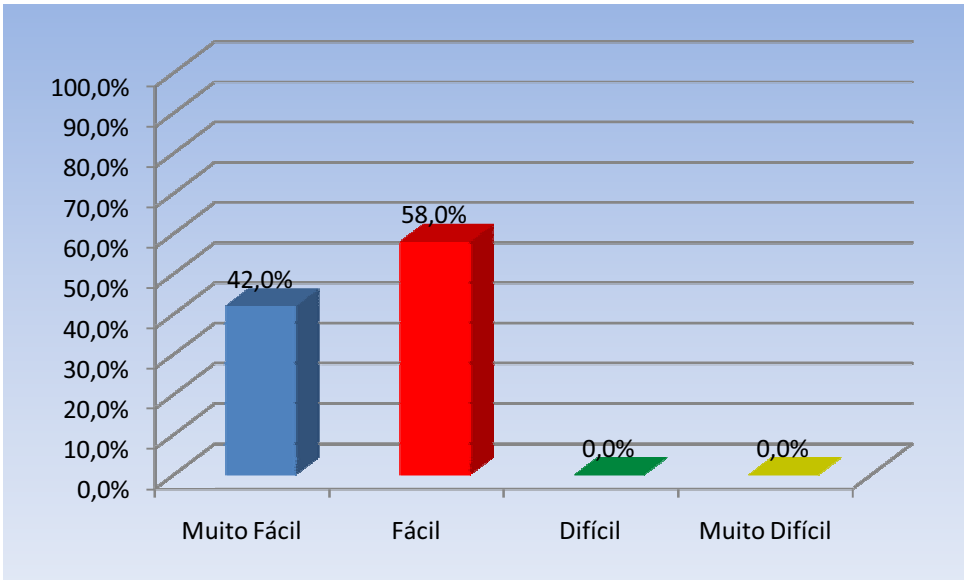


Figura 80. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento..

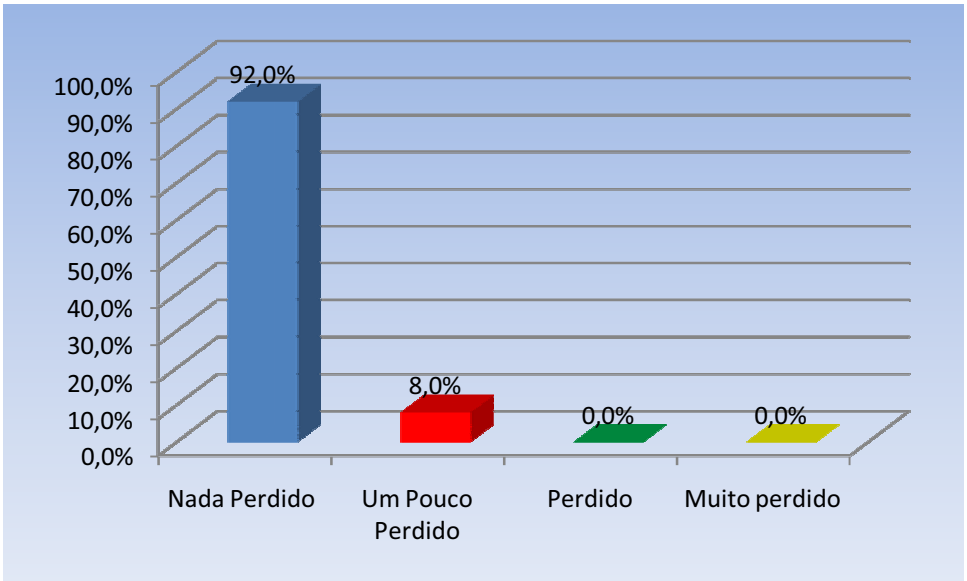


Figura 81. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

Novamente nos chama a atenção o fato de que as discussões em grupo foram facilitadoras do processo de elaboração do conhecimento químico, visto que 98% dos alunos indicaram as discussões em grupo como importante auxílo na execução da atividade proposta e para compreensão do que haviam feito, denotando a importância de se abrir espaço para o diálogo e o confronto de idéias para aquisição de conceitos químicos.

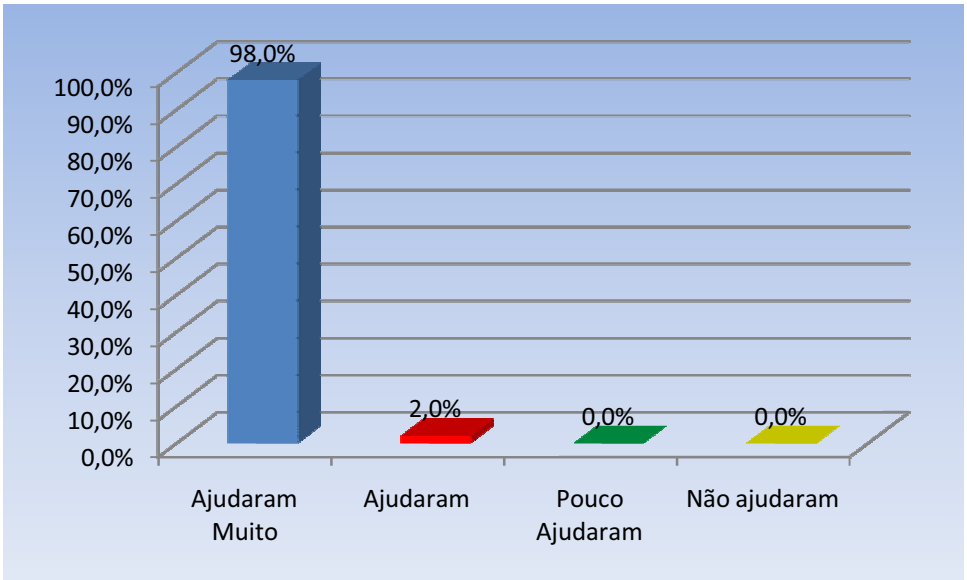


Figura 82. Importância dada às discussões em grupo.

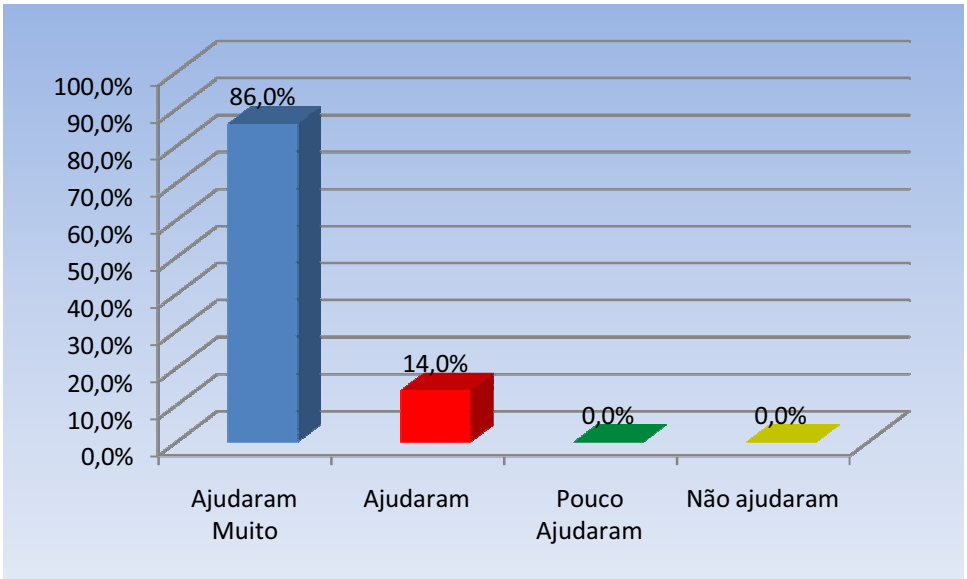


Figura 83. Importância dada às orientações do professor.

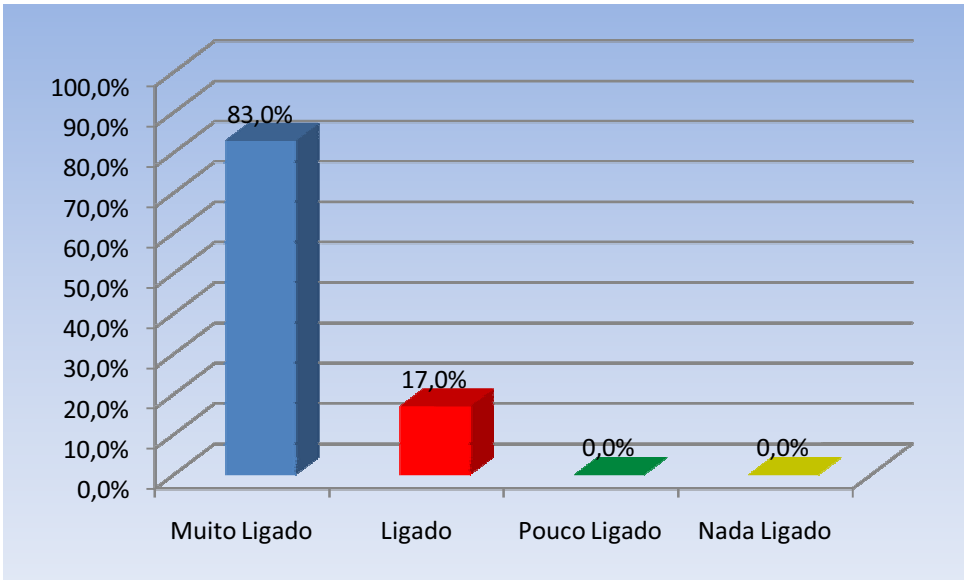


Figura 84. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

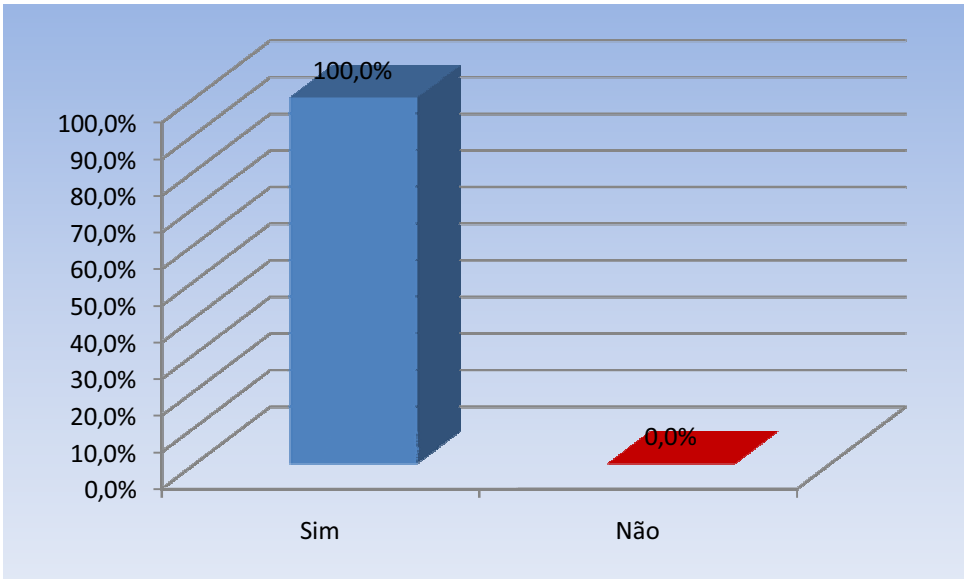


Figura 85. A compreensão do objetivo do experimento.

Atividade 5: Preparo de soluções, diluição e concentração.

Os alunos consideraram o experimento realizado muito interessante (100%). Foi observado no transcorrer da atividade que os alunos gostaram muito de manipular vidrarias, como por exemplo, pipetas, pêras, béqueres e erlenmeyers, equipamentos para eles considerados “novidade”, uma vez que na Escola de origem não existe o espaço do laboratório. Foi interessante notar a desenvoltura dos alunos com os nomes das diferentes vidrarias e equipamentos utilizados.

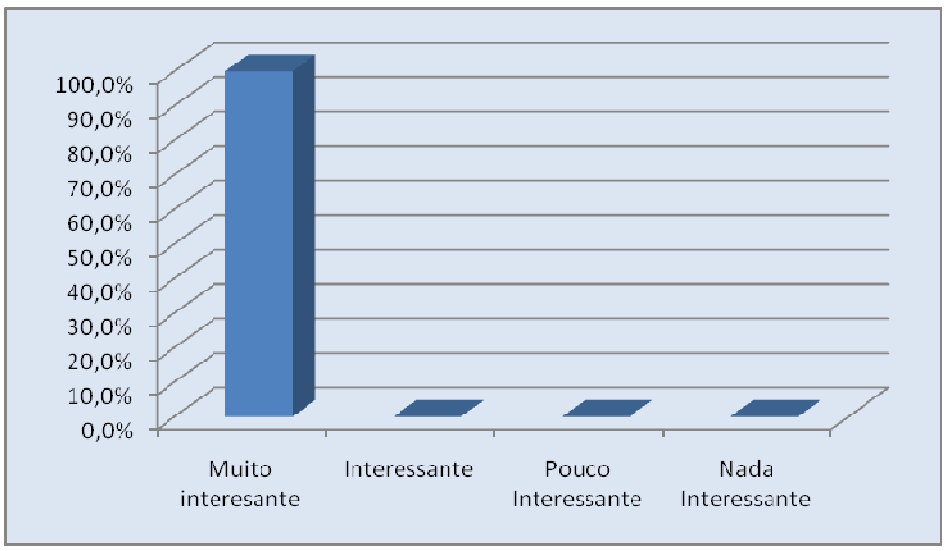


Figura 86. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

Quase a totalidade dos alunos alegam não ter encontrado dificuldades na execução experimental (78%). A grande maioria indica que não se sentiram perdidos durante o transcorrer da atividade (quase 80%). Alguns alunos (12%) indicam se sentirem um pouco perdidos, talvez porque em alguns momentos se exigia o uso de cálculos para indicar a concetração das soluções preparadas.

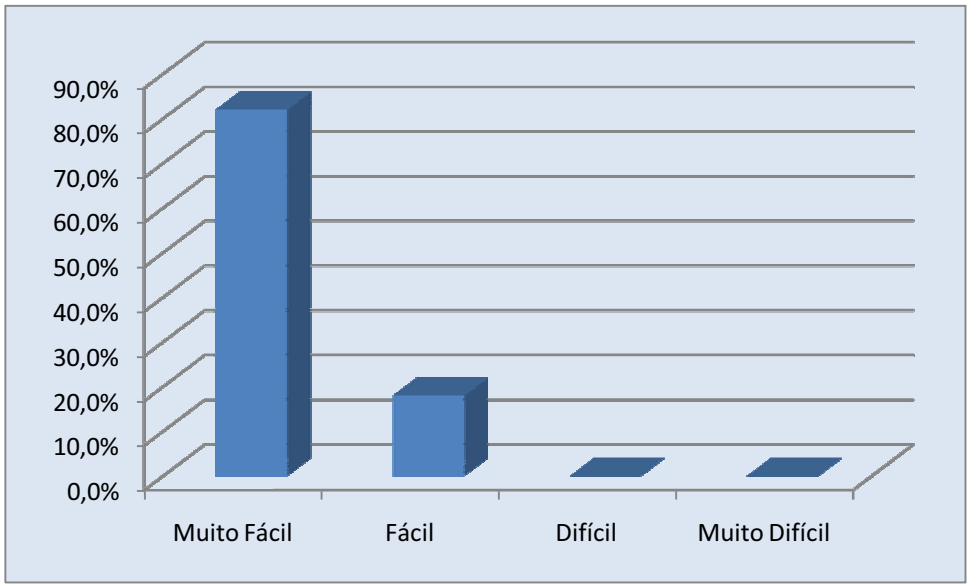


Figura 87. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

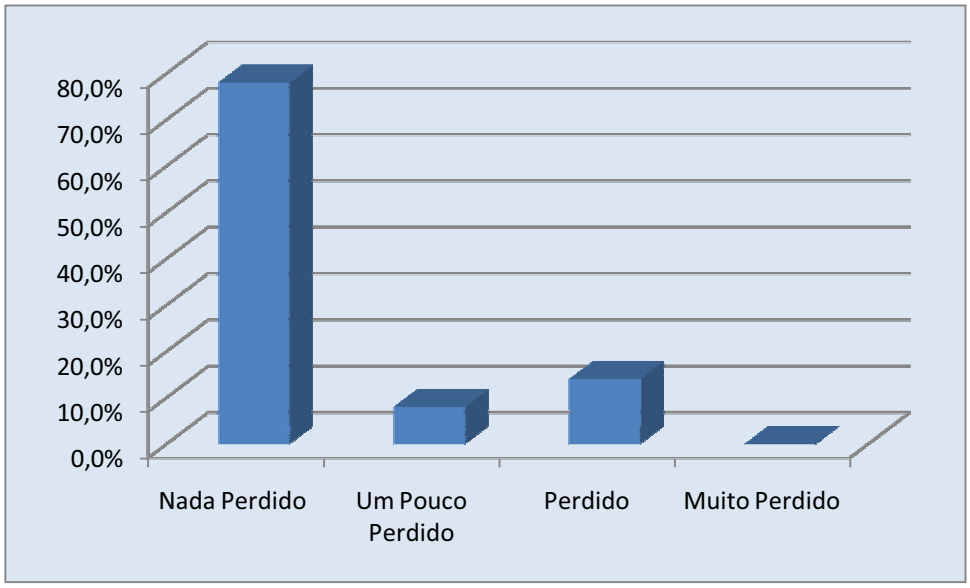


Figura 88. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

Como observado nos casos anteriores, os alunos alegam que as interações discursivas foram fatores determinantes para compreensão do que estavam realizando.

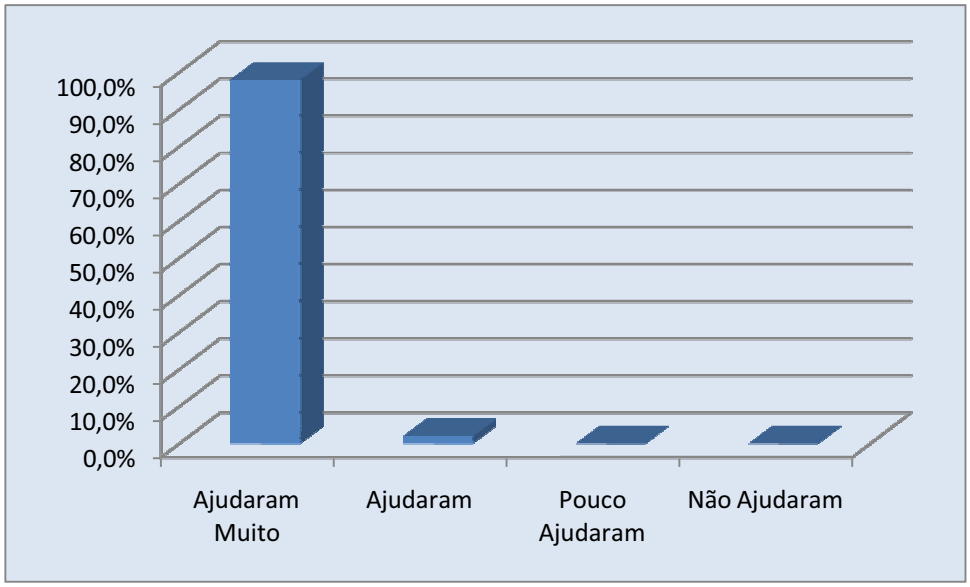


Figura 89. Importância dada às discussões em grupo.

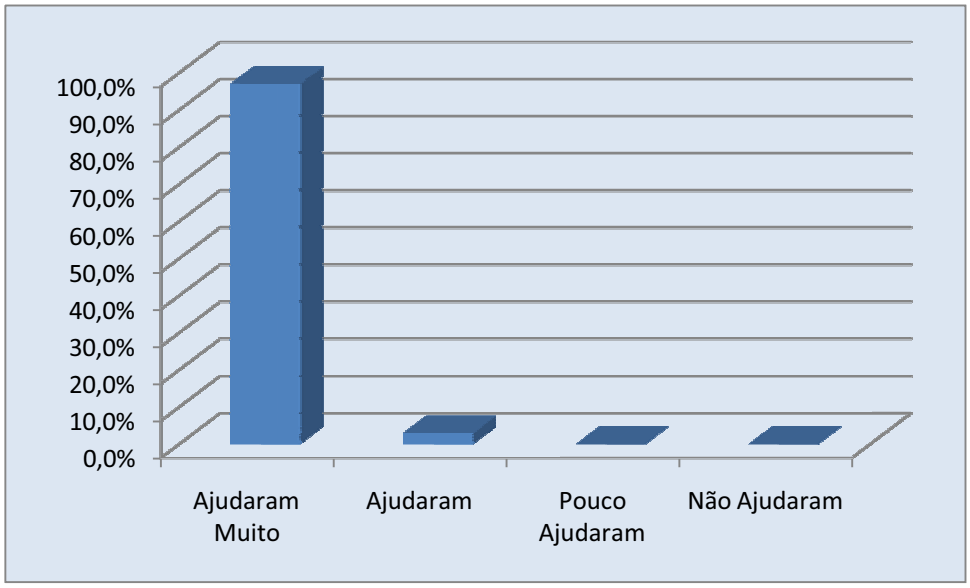


Figura 90. Importância dada às orientações do professor.

Os alunos não conseguiram enxergar a realação entre o experimento executado e o tema do vídeo. Cerca de 90% dos alunos indicaram não haver relação alguma entre o vídeo e o preparo de soluções, talvez porque, o vídeo apresentava o conceito solução dentro de um contexto mais amplo que era a “Água na Natureza”, não havendo referência direta aos métodos de preparo de uma solução.

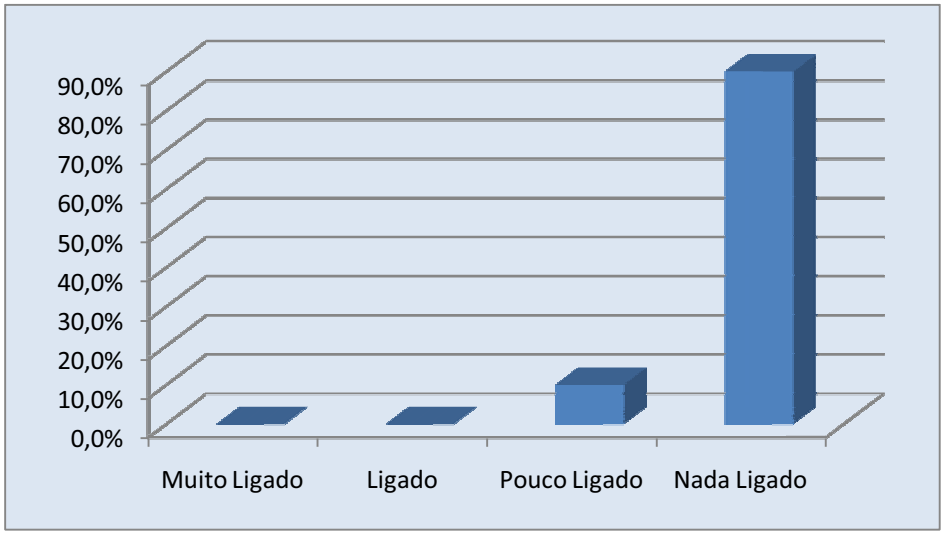


Figura 91. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

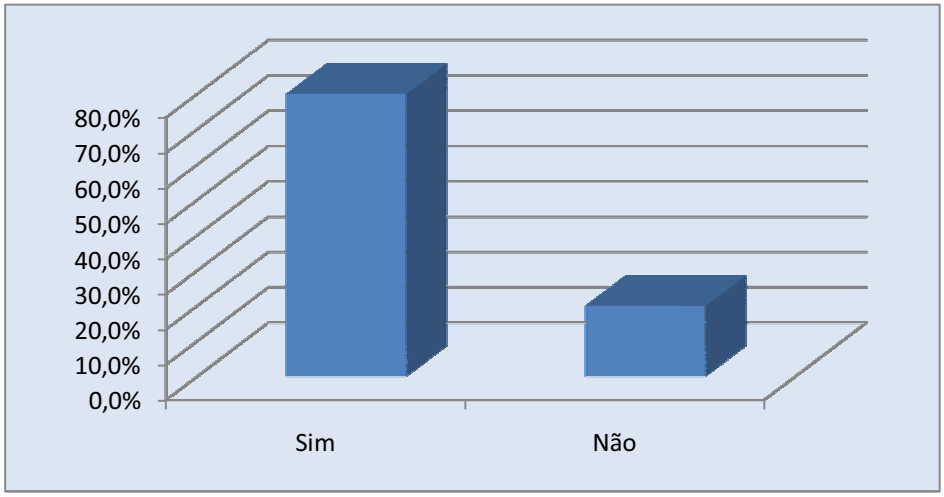


Figura 92. A compreensão do objetivo do experimento.

Atividade 6: Giz sobre a água (tensão superficial).

O conceito de tensão superficial foi tratado a partir deste experimento. Os alunos manifestaram grande interesse na execução da atividade, obserrvado por nós no decurso da experimentação. Nenhum dos alunos achou a atividade pouco interessante ou nada interessante (figura 96). Mais de 80% dos alunos alegam que o experimento executado não fora difícil.

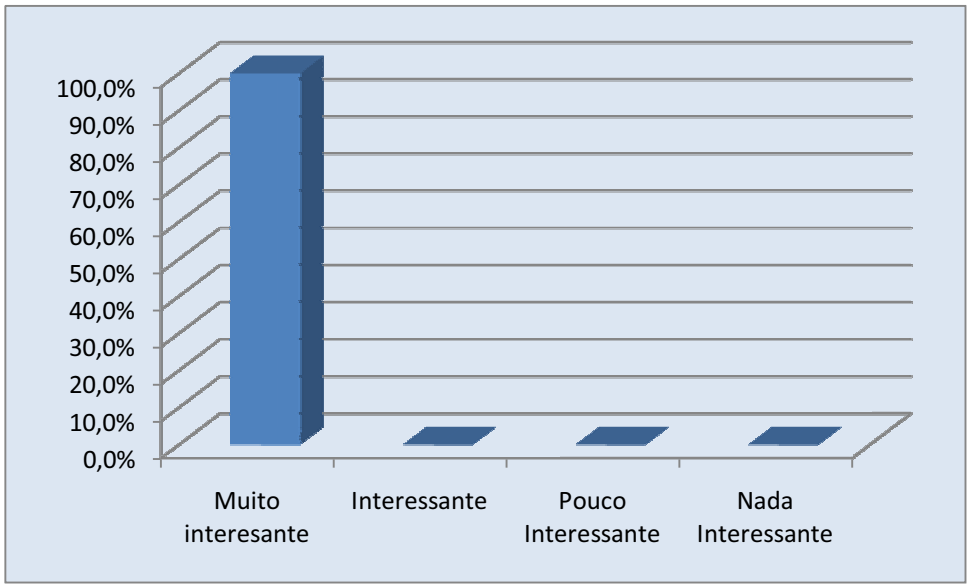


Figura 93. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

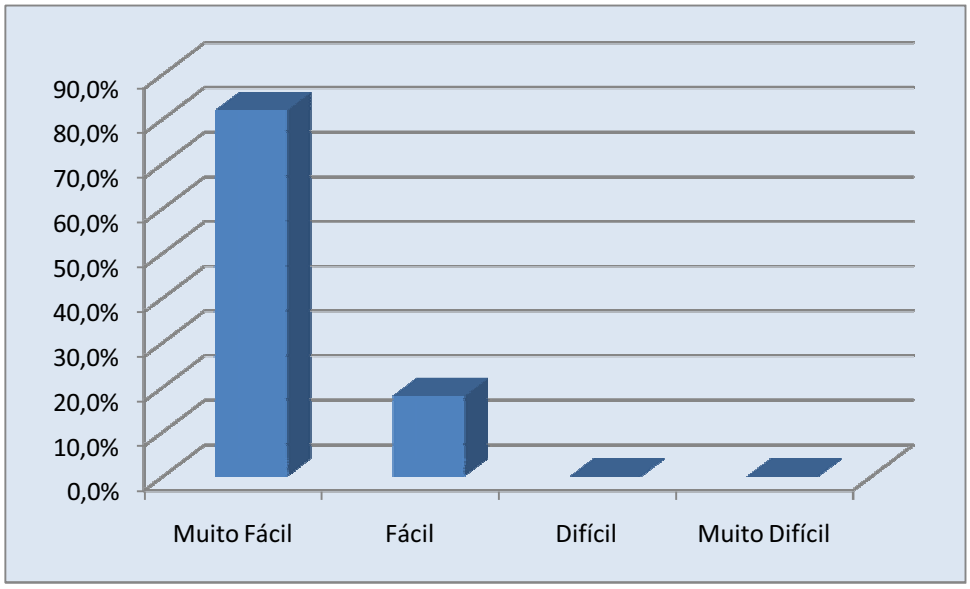


Figura 94. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

Apesar de grande parte dos alunos alegarem não se sentirem nada perdidos durante o processo (mais de 70%), alguns alunos alegam terem se sentido um pouco perdido, ou mesmo perdido, fato este que nos faz refletir que talvez alguns dos conceitos abordados neste momento exigiam uma maior abstração por parte dos mesmos, já que a medida que executavam o experimento conceitos como os de interação intermolecular, tensão superficial, eletronegatividade entre outros se faziam necessários para que pudessem entender o fenômeno observado (afastamento do pó de giz ao toque do detergente).

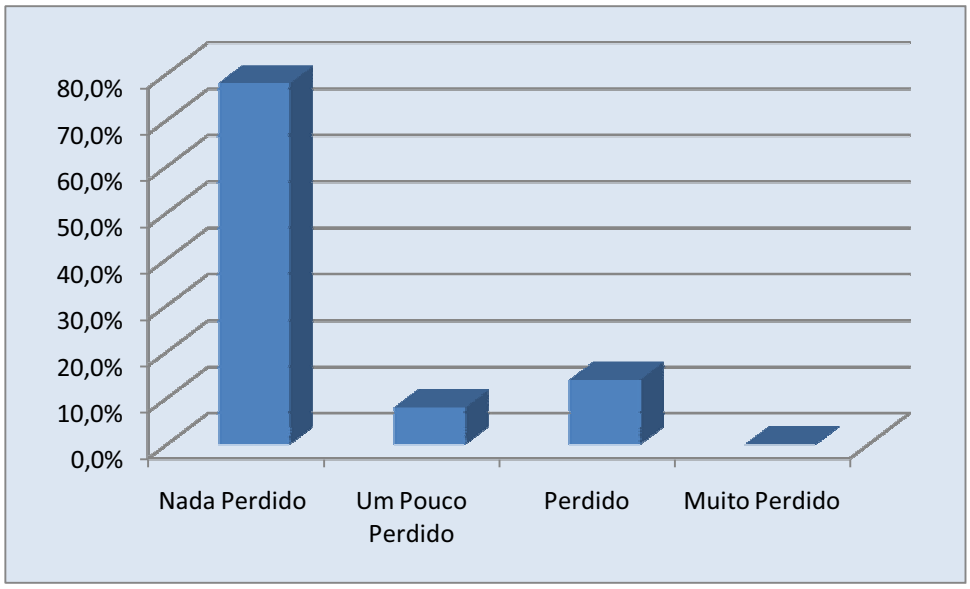


Figura 95. A segurança dos alunos em relação ao experimento.

Novamente podemos perceber que as discussões em grupo e a interação professor-aluno, alunos-alunos facilitaram o confronto de idéias e a reelaboração dos conceitos (figuras 99 e 100).

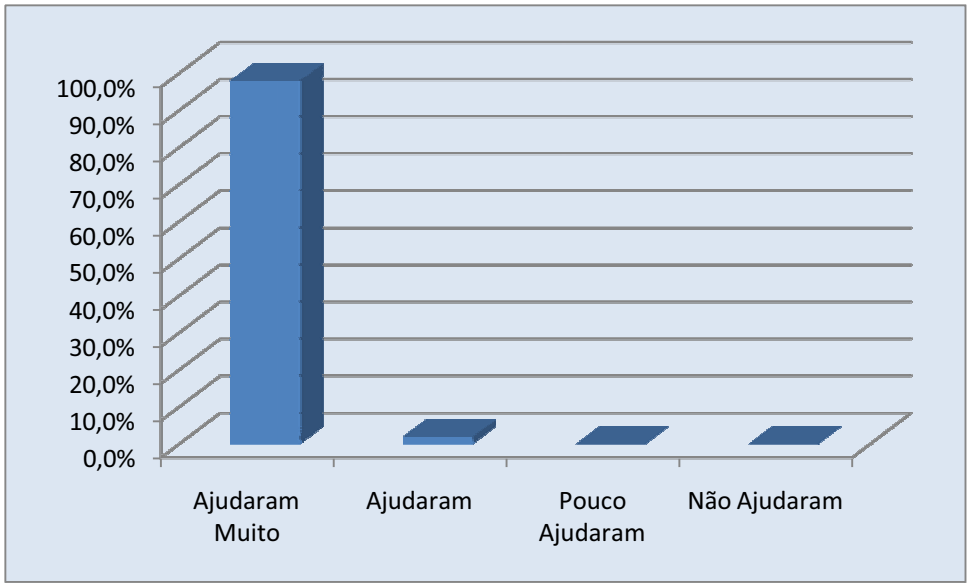


Figura 96. Importância dada às discussões em grupo.

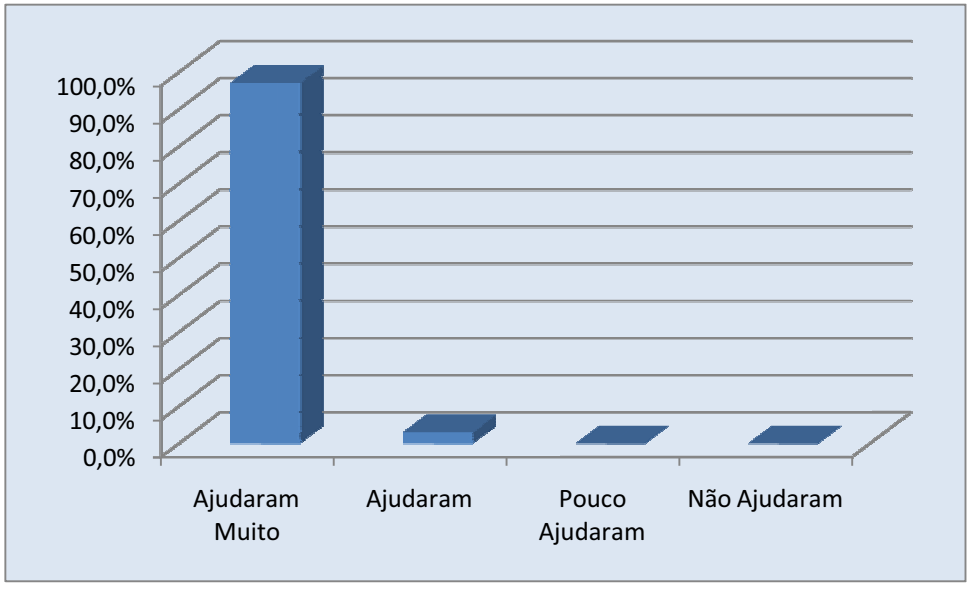


Figura 97. Importância dada às orientações do professor.

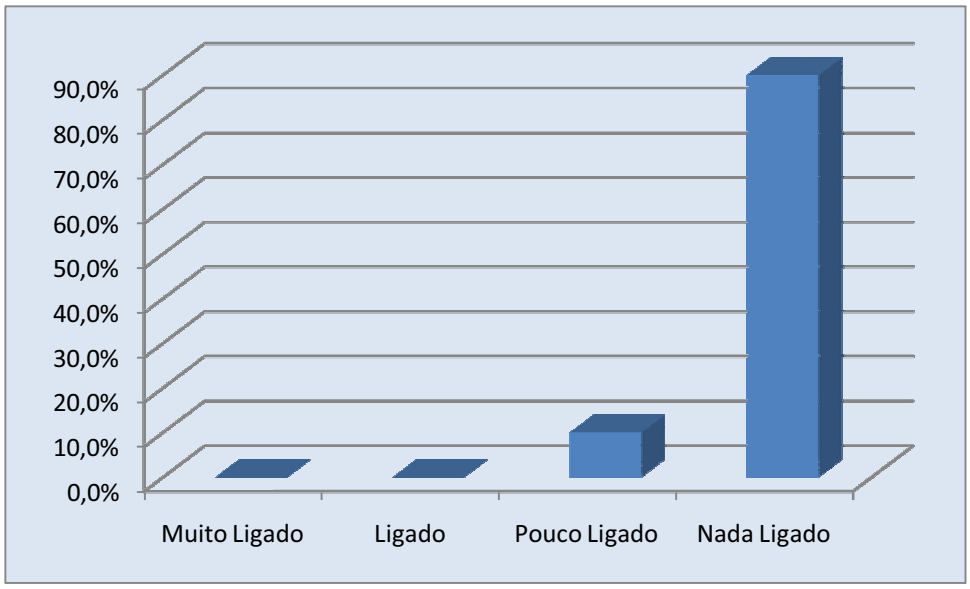


Figura 98. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

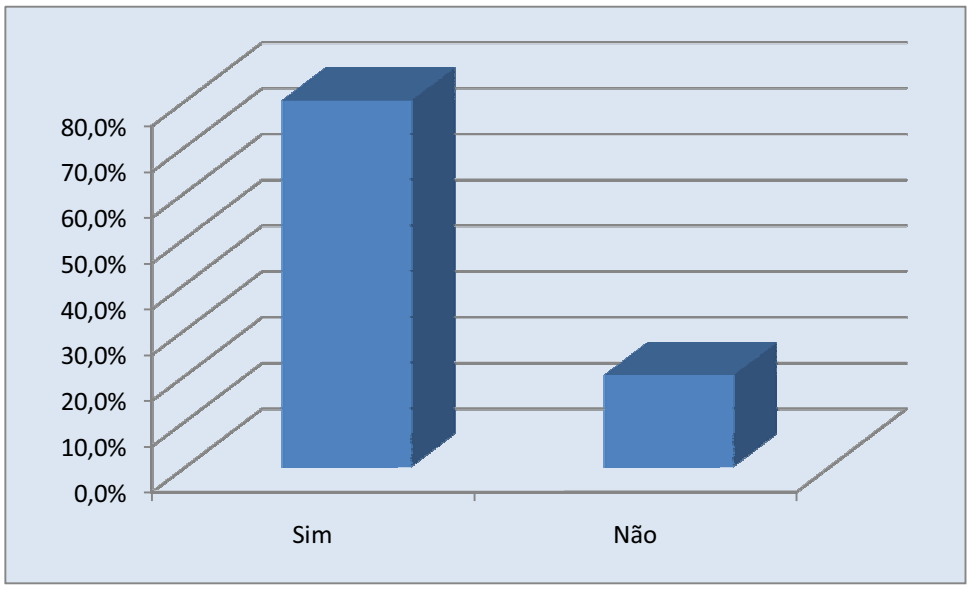


Figura 99. A compreensão do objetivo do experimento.

De modo geral em todas as atividades propostas foi uma constante a observação de que a maioria dos alunos consideram os experimentos estudados como muito interessantes. É necessário deixar claro que apesar do grande interesse

manifestado pelos alunos, não devemos atribuir ao experimento objetivos de somente estimular os alunos, romper com a rotina da aula, de controlar melhor os alunos, aumentar a aprendizagem de conceitos científicos, pois isto pode limitar o potencial da atividade. As atividades precisam ser planejadas dentro do contexto de ensino, com períodos de discussão pré e pós-laboratório sem separação entre o fazer e o pensar. Devemos estar atentos para não incorrer em erros de atribuírmos às aulas experimentais o papel de servir somente como ilustração ou motivar os alunos, sem que os mesmos possam ao final da atividade experimental mudar suas concepções.

Dentro da perspectiva deste trabalho, sempre se propiciou momentos de discussão pré e pós-laboratório. Como podemos constatar a partir da análise de dados, os alunos consideram muito importante os momentos de interação entre os colegas de grupo e o encaminhamento das atividades pelo professor. Em todos os casos, pode-se perceber que os alunos alegam se sentirem nada perdidos ou pouco perdidos no transcorrer das atividades realizadas. O entendimento dos objetivos da atividade experimental é de suma importância para a aquisição de conceitos e, como, pode-se perceber, em todas as atividades os alunos alegam terem entendido o objetivo do trabalho que estavam realizando.

4.3. Atividades propostas para o 3º Ano *(Anexo 17)*.

Iniciamos as atividades com os alunos do 3º Ano do Ensino Médio a partir da análise do vídeo da "Série: O Mundo Secreto dos Jardins – A vida reprodutiva das plantas" (TV Escola). Antes porém da exibição do filme, colocou-se a seguinte questão: "Que fatores levam os insetos ou pássaros serem atraídos até as flores?" Propiciou-se, portanto, um momento para que os alunos discutissem e se expressassem. Uma variedade de respostas surgiram em virtude desse questionamento, estando abaixo representadas:

G1. "Os insetos ou pássaros vão até as flores por que essas tem muitas cores e liberam perfume, também".

G2. "Os insetos ficam atraídos pelos diferentes cheiros emitidos pelas flores e as cores também chamam a atenção".

G3. "Os pássaros e os insetos voam em direção as flores por que essas chamam a sua atenção a partir do formato, cores e perfume que se libertam."
G4. "Os perfumes e cores são substâncias químicas produzidas pelas flores a fim de atrair os insetos para a sua reprodução".

Notamos claramente a partir das respostas dadas que os alunos traziam do senso comum respostas ao questionamento e percebeu-se que entendiam serem as cores e os aromas os principais responsáveis pela atração dos insetos ou pássaros até as flores.

Após essa discussão inicial, procedeu-se a exibição do documentário. Notou-se grande atenção por parte dos alunos e muitos deles comentaram sobre a beleza das imagens mostradas. Em discussão pós-vídeo os alunos comentaram sobre a importância da polinização para perpetuação das espécies vegetais e das cores e pigmentos neste processo.

Buscou-se a interação entre a Química e a Biologia (interdisciplinaridade) ao se propor a análise da morfologia de um inseto e de uma flor *(Anexo 17)*. Entregou-se a cada um dos grupos uma folha onde se representava a figura de uma abelha e de uma flor. Solicitou-se que indicassem em um e em outro as estruturas que estariam diretamente relacionadas à polinização. Os alunos utilizaram livros de Biologia e Ciências, trazidos previamente à sala pelo professor, para que em seguida escrevessem os nomes corretos dos órgãos apontados por setas nos desenhos. Encerrou-se a atividade com ambos os desenhos em tamanho maior, fixados a lousa, com os nomes corretos e as funções de cadas um dos órgãos apontados pelas setas.

No intuito de um maior aprofundamento acerca da interação inseto-planta e pensando num texto que servisse de base para a construção de conhecimentos químicos relacionados à Química Orgânica, escolheu-se um texto publicado na "Revista Ciência Hoje" por Craveiro e Machado em 1996. No texto, bastante rico em detalhes, eram indicados vários conceitos da Química de Produtos Naturais, como a diferenciação entre substâncias do metabolismo primário e secundário, inclusão de diversas estruturas químicas dotadas de atividades biológicas diversas e o fenômeno da isomeria *(Anexo 17)*.

Como o texto escolhido se configurava até certo ponto "pesado" para os alunos de nível médio, preferiu-se fazer a leitura em conjunto. Os alunos liam trechos do texto, grifávamos as palavras desconhecidas e comentávamos o

parágrafo lido. As palavras desconhecidas eram buscadas com o auxílio de dicionários trazidos à sala de aula.

Após a leitura do texto, foi solicitado que os alunos diferenciacem metabolismo primário e metabolismo secundário. Verificou-se o perfeito entendimento de que as substâncias químicas responsáveis pela interação inseto-planta eram produzidas pelo assim denominado metabolismo secundário. Os alunos fizeram a diferenciação entre os metabolismos escrevendo nas folhas de respostas a definição dada no texto.

Foi colocado que as substâncias produzidas eram denominadas de substâncias orgânicas. Passou-se, então, para cada um dos grupos um pequeno texto para que houvesse a diferenciação entre Química Orgânica e Química Inorgânica, tomando-se o cuidado de explicitar que esta divisão era apenas didática, uma vez que as leis que explicam o comportamento dos compostos orgânicos são as mesmas que explicam o comportamento dos compostos inorgânicos *(Anexo 17)*.

Após releitura de trechos do texto “De aromas de Insetos e Plantas”, pediu-se que observassem atentamente as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos contidos no texto *(Anexo 17)*. Aproveitou-se deste momento para que se estabelecessem conceitos relativos a tetravalência do átomo de carbono, formação de cadeias, elementos organógenos etc.

Solicitou-se aos alunos que escolhessem qualquer um dos compostos do texto e que procedessem a montagem da molécula (fórmula estrutural), utilizando bolinhas de plástico de diferentes cores e tamanhos, compradas em lojas de R$ 1,99. Indicou-se as ligações simples, duplas ou tríplas com palitos de madeira (tipo churrasco). Percebia-se grande entusiasmo dos alunos ao representarem os átomos de carbono e de hidrogênios com as bolinhas de diferentes cores. Após montagem da molécula escolhida pelo grupo, solicitou-se que escrevessem no papel a fórmula molecular do composto escolhido. Notou-se que os alunos escreviam as fórmulas moleculares sem maiores dificuldades com o auxílio dos modelos por eles construídos. O modelo constitui-se num importante instrumento mediador de aprendizagens.

Figura 100. Alunos manipulando a molécula construída.

Figura 101. Alunos mostrando a molécula construída.

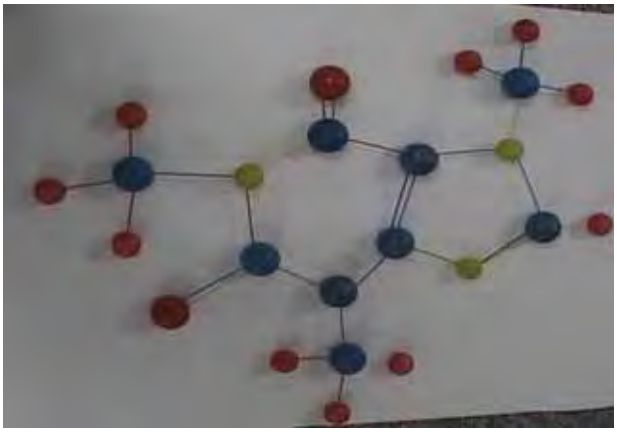


Figura 102. molécula construída em aula.

Aproveitou-se o momento para que os alunos fizessem o reconhecimento de grupos funcionais. A partir de pesquisas feitas em livros-textos de Química Orgânica, buscou-se identificar nos compostos do texto as funções orgânicas presentes. A intervensão do professor foi solicitada por diversas vezes, notando-se uma certa insegurança, que foi sendo paulatinamente abandonada a partir da interação com o professor e a medida que se fazia mais exercícios. Ao analisarem o quadro 10 do texto *(Anexo 17)*, os alunos puderam entender que neste só apareciam compostos que possuiam carbono e hidrogênio (mirceno, cis-ocimeno, (+) limoneno etc), portanto denominados hidrocarbonetos.

Em aula seguinte, inicou-se o estudo do fenômeno da isomeria, uma vez que os próprios alunos indagavam o que seria os ***cis*** ou o ***(+)*** e o ***(-)*** que aparecia ora ou outra na frente dos nomes dos compostos químicos. Aproveitando-se do interesse manifestado pelos alunos, procedeu-se a explicação do que seria o efeito da isomeria. Escolheu-se, a partir do texto, um composto para cada grupo (fórmulas estruturais mais simples), sendo este isômero geométrico. Solicitou-se que os alunos construíssem o composto utilizando-se novamente das bolinhas coloridas e palitos. Após construídas, questionou-se: Os diferentes grupos ligados a dupla ligação poderão ser dispostos em posições diferentes? Os alunos ficaram em dúvida no primeiro momento, mas responderam que sim quando foram solicitados a manipular os grupos trocando-os de posição.

G1. Achamos que sim, pois podemos colocar grupos iguais de um mesmo lado ou colocar grupos iguais em lados contrários.

G2. Podemos, desde que se faça a troca de lados.

G3. Bolinhas de cores iguais podem ficar do mesmo lado ou em lados diferentes.

G4. Os grupos podem ser trocados de lado: grupos iguais de um mesmo lado da ligação dupla ou grupos iguais em lados opostos.

Após a manipulação dos modelos classificou-se os isômeros em ***cis*** ou ***trans***. Os conceitos de isomeria foram sedimentados a partir da procura dos mesmos em livros-texto de Química Orgânica. Novamente o uso de modelos foi extremamente importante para entendimento dos conceitos de isomeria e que isômeros apresentam propriedades químicas idênticas e fisiológicas diferentes.

Hardwicke faz a menção de que modelo é uma representação de um objeto ou de um conceito. A totalidade das idéias da Ciência é investigar e representar o

mundo natural, no entanto não devemos nos surpreender que a modelagem é o aspecto central da Ciência (Hardwicke, 1995).

Montes, Prieto e Garcia, utilizam o modelo molecular como ferramenta para o ensino de Química Orgânica. Os autores revelam que a modelagem molecular consegue relacionar os aspectos teóricos com os práticos. Os conceitos tais como análise conformacional, estereoquímica, espectros do infravermelho, propriedades eletrônicas, orbitais moleculares e reatividade química são enfatizados neste trabalho (Montes, Prieto e Garcia, 2002).

A partir da leitura do texto os alunos puderam entender que a capacidade dos compostos orgânicos impressionarem os sentidos pode variar com um simples rearranjo espacial dos seus átomos. Tais compostos são denominados isômeros opticos ou pares enancioméricos. Para maior elucidação do que fora exposto no texto, colocou-se na lousa a fórmula estrutural da (+) carvona e (-) carvona, procurando-se estabelecer as diferenças entre uma e outra. Solicitou-se que os alunos construíssem com as bolinhas e os palitos a (+) e a (-) carvona e que procurassem colocá-las frente a frente como se estivessem diante de um espelho. Com o auxílio dos modelos e intervenção por parte do professor nos grupos, identificamos o carbono quiral e estabelecemos o conceito de isomeria óptica. Nos parece que os conceitos, considerados de certo modo difícieis para os alunos, eram aprendidos de maneira mais natural e sem "traumas" a partir da utilização de modelos.

Iniciamos a aula seguinte com um experimento denominado "***Adição de água fervente em plantas aromáticas"*** *(Anexo 18)*. Esta atividade foi sugerida pela equipe de professores do Programa Sala de Professor da TVE. Começou-se com um questionamento para os alunos: "Por que sentimos tão intensamente os odores das plantas aromáticas ao colocá-las em água fervente? Explique." Uma variedade de respostas foram colocadas pelos alunos nos diferentes grupos.

G1. A água fervente faz liberar os vapores mais rapidamente e eles chegam até o nosso nariz com maior intensidade.

G2. As moléculas das substâncias são liberadas mais rapidamente por causa da água fervente.

G3. Os vapores contém as moléculas que dão cheiro e elas evaporam mais rapidamente por causa do calor.

G4. As substâncias presentes nas folhas são extraídas com maior velocidade e elas são liberadas e chegam até a gente pelo ar.

Para a atividade de colocação das plantas aromáticas em água fervente, os alunos foram orientados a trazerem de casa uma série de plantas que indicamos previamente como espécies aromáticas. Após a adição das plantas em água fervente, questionou-se: "Seria a água o melhor solvente para extração dos "aromas", considerados óleos essenciais? Todos os grupos reponderam, seguindo o padrão de respostas do grupo 1:

G1. Achamos que a água não seria o melhor solvente para extração do óleo essencial, uma vez que sendo óleo não se misturaria bem com a água. Outros materiais poderiam ser mais eficientes.

Em continuidade à atividade, foi solicitado aos alunos que pesquisassem em diferentes fontes a solubilidade de compostos orgânicos em diferentes solventes. Os alunos escreveram suas respostas em cartolinas que foram colocadas na lousa para apreciação dos demais colegas de classe. Houve discussão sobre os resultados, entre os alunos e com intervenções do professor.

Para sedimentação de conhecimentos, uma série de atividades foram propostas a fim de ampliar os conceitos ("currículo em espiral"). Buscou-se atividades como a relação entre temperatura e volume dos gases, preparação de isômeros geométricos, atividade proposta por "Veja na Sala de Aula" sobre isomerismo geométrico do resveratrol. Propôs-se uma atividade experimental (Tema:gases) do PEQUIS, Química e Sociedade – Modelos de partículas e Poluição Atmosférica (2003), como dito anteriormente, com vistas a ampliação de conhecimentos sobre a difusão gasosa e relação entre temperatura e volume.

Antes do início da atividade experimental fez-se algumas perguntas prévias e solicitou-se que representassem através de desenhos os seus modelos.

1-) Imagine que se abra um frasco contendo eugenol (óleo de cravo) numa sala (ambiente fechado). Tente explicar como as partículas se encontravam:

a) antes da abertura do frasco;

b) após da abertura do frasco, quando todos os presentes estão sentindo o odor liberado.

Figura 103. Alunos em discussão prévia à experimentação.

Abaixo, estão indicadas as respostas dadas pelos diferentes grupos ao ítem "a" da questão, após confecção dos desenhos solicitados :

G1. Na situação 1, o eugenol fica dentro do frasco, sem exalar qualquer odor, pois a tampa impede qualquer manifestação entre o líquido e o ar.

G2. As moléculas se encontravam unidas.

G3.Um frasco que se mantenha fechado, as partículas estarão mais compactadas (mais juntas).

G4. As moléculas dos gases estão muito unidas umas as outras.

As respostas ao ítem "b" estão abaixo indicadas:

G1. Na situação 2, o eugenol permanece líquido, porém começa a exalar um odor (pois não está mais tampado) e a corrente de ar leva o cheiro a todos dentro da sala.

G2. As moléculas começam a evaporar a ponto de serem reconhecidas pelas nossas narinas; as partículas que encontravam-se agrupadas, após a abertura do frasco, se dispersam pelo ambiente.

G3. Já em um frasco aberto, as partículas se encontram mais espalhadas pelo ar.

G4. As moléculas do gás se espalham pelo ar e sentimos o odor.

Indicamos abaixo algumas das representações feitas pelos alunos:

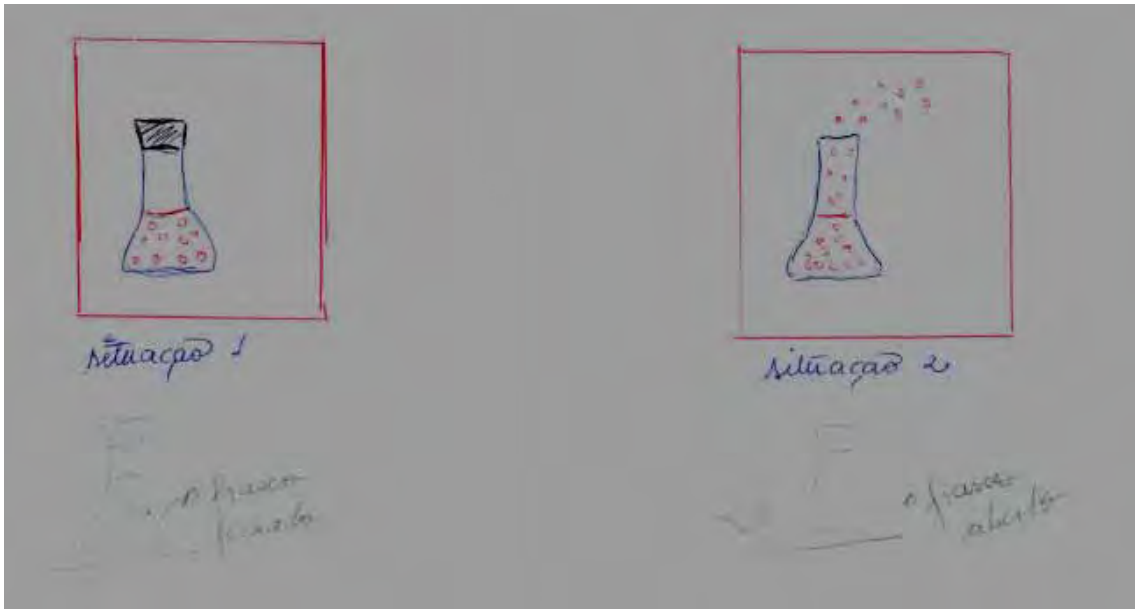


Figura 104. representação Grupo 1.

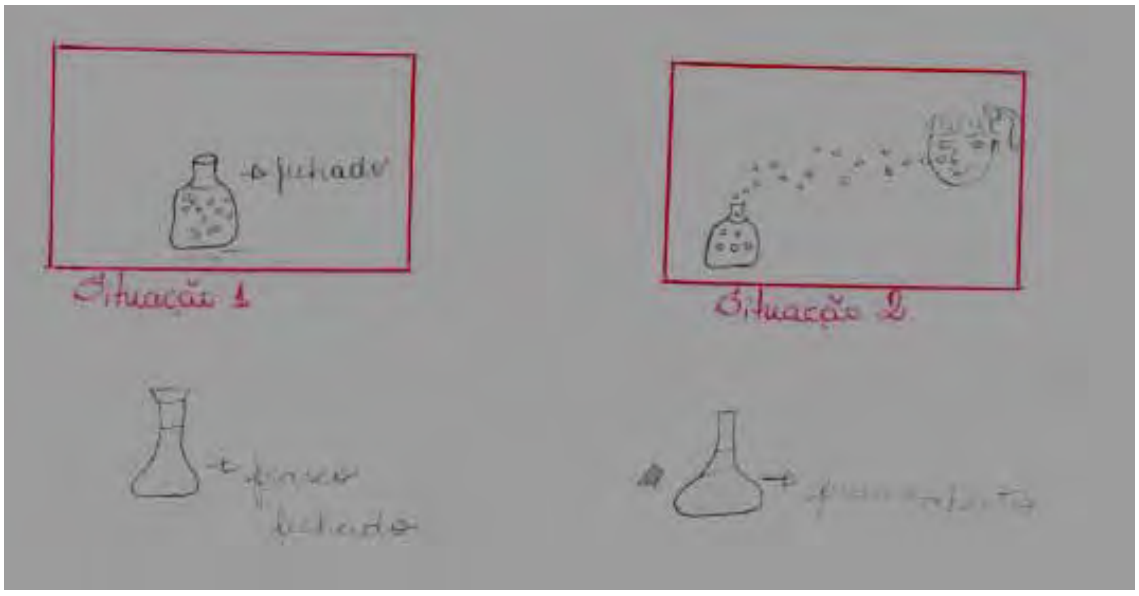


Figura 105. Representação do Grupo 2.

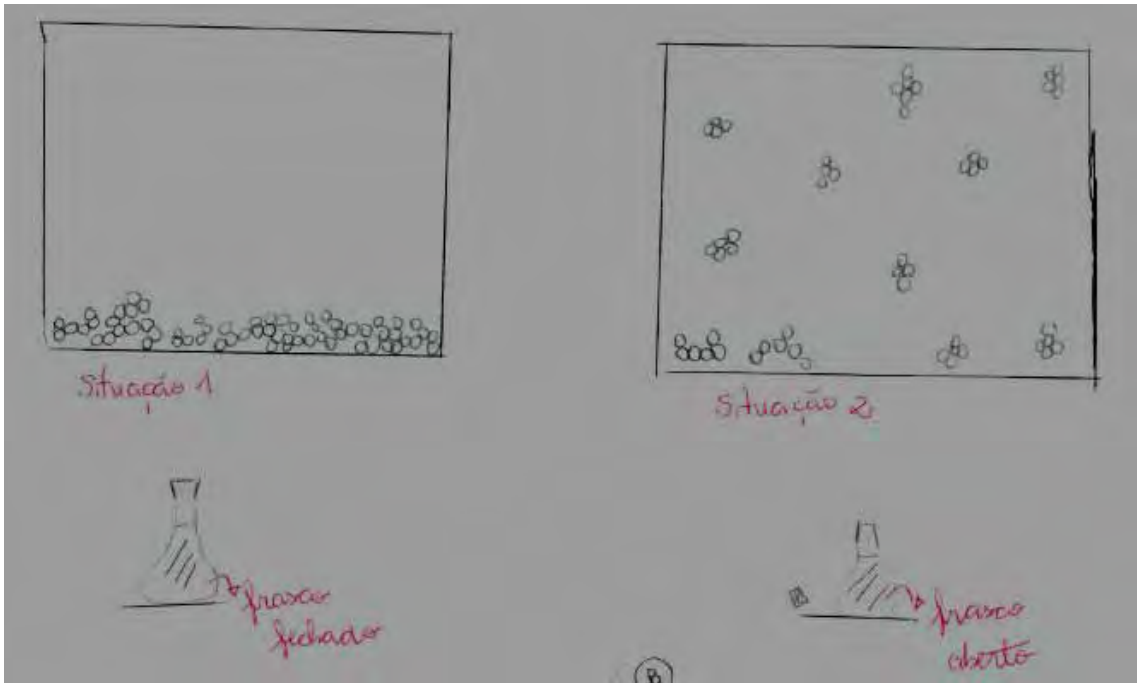


Figura 106. Representação Grupo 3.

Como pode-se perceber os alunos empregam uma analogia referente a substâncias químicas (bolinhas) unidas no frasco fechado e representam as mesmas entidades se distanciando quando em sistema aberto. Como podemos perceber no deseno feito pelos alunos (figura 111), os alunos representam a difusão gasosa de modo direcional. As particulas “deixam” o frasco e se dirigem em linha reta até o nariz da menina.

O conhecimento das concepções alternativas dos estudantes permite aos professores planejarem estratégias de ensino que facilitem o processo ensino-aprendizagem, pois as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula serão direcionadas à superação de tais concepções diagnosticadas previamente. Superação que, no entanto, nunca é total. Alguns autores consideram inviável querer extinguir as concepções cotidianas dos alunos, enraizadas que estão na linguagem cotidiana, dada a existência de um grande número de situações em que essas concepções são aplicadas com sucesso. Afirmam ainda: que dependemos das concepções, expressas na linguagem cotidiana para comunicar e sobreviver no nosso dia-a-dia. Em lugar de tentar suprimi–las, seria melhor oferecer aos alunos condições para tornar consciência de sua existência e saber diferenciá–las dos conceitos científicos (Mortimer & Amaral, 1998).

No Guia do Professor, do PEQUIS (Projeto de Ensino de Química e Sociedade), seus autores colocam que as pessoas tendem naturalmente a resolver problemas desconhecidos e a encarar situações inusitadas valendo-se de analogias, utilizando seu conhecimento prévio acerca de algo semelhante conhecido ou familiar. O raciocínio analógico é fundamental na aprendizagem humana e bastante utilizado na educação em ciências.

O experimento proposto no PEQUIS, solicitava-se que os alunos mergulhassem uma garrafa plástica contendo um balão de aniversário adaptado a sua boca, em água quente (acima de 80º C) e em água fria *(Anexo 18)*. Após a realização da atividade experimental, propôs-se algumas questões para análise de dados.

Figura 107. Alunos executando a atividade experimental.

1. O que aconteceu com o gás contido na garrafa quando esta foi mergulhada em água quente? E em água fria?

G1. Após mergulharmos a garrafa na água quente, vimos que como a água sofreu variação de temperatura os gases se movimentaram, eles se expandiram fazendo com que a bexiga ficasse com um volume maior. A garrafa mergulhada em água fria, onde em baixas temperaturas o movimento das partículas é menor, deixando a bexiga murcha.

G2. A temperatura elevada os gases se expandem, a temperatura menor eles se contraem.

G3. Quando colocamos em água quente os gases se expandiram enchendo a bexiga. Ao se colocar na água fria ocorreu uma contração e o volume diminuiu.

G4. Em altas temperaturas as partículas dos gases ficam mais agitadas e enchem a bexiga. O movimento das partículas de gases diminuem na água fria e a bexiga reduz de volume.

Figura 108. Alunos em discussão pós-experimentação.

Percebe-se claramente que os alunos chegam a elaboração de um modelo científico entendendo que as moléculas dos gases estão em constante movimento e por isso podem se expandir, ocupando todo o volume do recipiente. Neste momento, a partir de diálogos com os diferentes grupos, percebeu-se a necessidade de sistematizarmos o conhecimento e, em vista disso, pôde-se entender que as moléculas dos gases estão em constante movimento e, portanto, possuem energia cinética. Os alunos não tiveram dificuldades para perceber, a partir dos dados experimentais, que poderiam acrescentar a idéia de que a energia cinética das moléculas está associada à temperatura. Após a discussão em conjunto, escreveu-se na lousa: “Quanto maior a temperatura, maior será a energia cinética das partículas que constituem os gases e, consequentemente, maior velocidade elas terão. A uma maior velocidade das moléculas corresponde, naturalmente, uma maior expansão do gás”.

Figura 109. Alunos discutindo e anotando resultados (pós-experimentação).

Na segunda questão proposta pelo roteiro de atividades pretendia-se que os alunos a relação de proporcionalidade entre temperatura e volume.

2. Qual das relações abaixo você pode estabelecer entre o volume (V) e a temperatura (T) de um gás:

a) volume é igual à temperatura (V=T).

b) V é proporcional a T (V α T).

c) V é inversamente proporcional a T (V α 1/T).

d) V independe de T.

As respostas abaixo foram dadas pelos diferentes grupos de alunos:

G1. Não é exatamente igual, mas a medida que aumenta a temperatura, aumenta também o volume.

G2. Seriam gradezas diretamente proporcionais pelo fato de : aumentar a temperatura ocorre o aumento do volume; e a diminuição da temperatura ocorre a diminuição do volume de gás.

G3. São grandezas diretamente proporcionais, pois a medida que colocamos na água quente aumenta o volume. A medida que colocamos na água fria o volume diminui.

G4. As grandezas são diretamente proporcionais por que a medida que aumentamos a temperatura o volume da bexiga aumenta de volume. A medida que colocamos na água fria o volume diminui.

Na quarta questão pediu-se que elaborassem um modelo, por meio de desenhos,e que tentassem explicar o que teria acontecido com as moléculas de gás em cada caso (água quente e água fria), após a variação de temperatura.

3. Represente, por meio de desenhos, o que aconteceu com as moléculas de gás em cada caso, após a variação de temperatura.

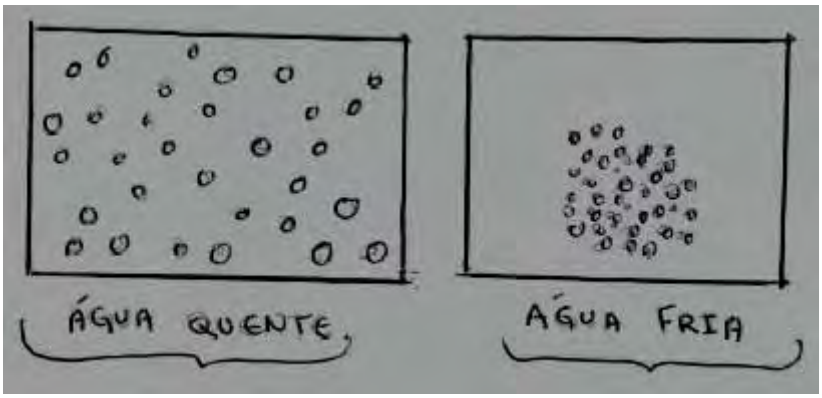


Figura 110. Representaçãofeita por um dos grupos (moléculas do gás, antes e após variação de temperatura).

Os modelos representados pelos alunos revelam que entendem que os gases estão em movimento na água quente. Em água fria as partículas estão mais agrupadas. Após discussão dos resultados colocou-se na lousa a teoria: “com o aumento da temperatura dos gases, aumenta a velocidade das moléculas e, consequentemente, sua energia cinética”. Os alunos puderam entender que essa teoria explica por que é mais fácil sentirmos o cheiro das substâncias a temperaturas mais elevadas. A velocidade das moléculas de uma substância depende da energia cinética, que, por sua vez, é proporcional à temperatura. Portanto, quanto maior a temperatura, maior a velocidade das moléculas e mais facilmente será percebido o cheiro. Enfatizou-se, porém, que o modelo apresentado só poderia explicar o comportamento dos gases sob determinadas condições.

4. O número de moléculas aumentou ou diminuiu após o aquecimento e o resfriamento dos gases? Justifique.

G1. Nenhum dos dois, pois após o aquecimento e o resfriamento permaneceu o mesmo número de moléculas. Com o aquecimento as moléculas apenas se expandiram, e com o resfriamento as moleculas se juntaram.

G2. Não aumentou e nem diminuiu apenas expandiu-se aumentando o volume na temperatura elevada, na temperatura menor as partículas contraíram-se.

G3. Continua a mesma coisa, as moléculas se expandiram ao serem aquecidas e se contraíram ao serem resfriadas.
G4. Na temperatura maior se expandiram, porém continua o mesmo número de partículas de gases.

Encerramos a atividade com um pequeno texto entregue aos alunos: *"A validade de um modelo está na sua capacidade de explicar a maior quantidade possível de fenômenos. Por isso, os cientistas fizeram uma série de estudos sobre o comportamento dos gases e estabeleceram diversas leis. As leis obtidas permitiram a elaboração da* ***teoria cinética dos gases*** *que, até hoje, tem sido muito bem sucedida na explicação do seu comportamento. O modelo que desenvolvemos até aqui apresenta as idéias básicas dessa teoria"* (Santos e Mol, 2003).

No intuito de melhor ilustrar a aula, decidiu-se construir junto com os alunos um aparelho para extração de óleos essenciais. O aparelho foi adaptado e construído de um artigo de Química Nova na Escola da seção Experimentação no ensino de Química. Os alunos mostraram-se bastantes entusiasmados durante o processo de construção do aparato. Após a construção do aparelho, preenchemos o interior do balão de destilação com cravos da India para recolhimento do eugenol. A medida que se executava o processo de extração, os alunos podiam perceber o forte aroma do eugenol produzido e em conversa com os mesmos, estes indicavam que o óleo volátil produzido era sentido por todos por conta a difusão ou, segundo alguns alunos, pelo "espalhamento" do eugenol pelo ar. A medida que o processo acontecia, aproveitou-se para conversar com os alunos sobre o processo de extração por arraste a vapor. Solicitou-se em seguida, que cada um dos grupos pesquisassem sobre o processo. Os grupos foram encarregados, também de verificar em rótulos de perfumes, produtos alimentícios e de higiene os aromas e aromatizantes presentes. O processo de extração foi demonstrado pelos alunos na aula seguinte, onde pudemos , após exposição, completar o assunto e discutir aspectos técnicos do processo.

Figura 111. Aparelho de destilação construído.

Figura 112. Cravo da India em fervura no balão.

Figura 113. Frasco coletor de óleo (vedado).

Figura 114. Frasco coletor aberto para mostrar gotículas de óleo essencial na superfície da água.

A próxima atividade experimental visava levar os alunos a compreenderem a conversão de um isômero geométrico em outro: ácido maléico em ácido fumárico, ampliando, dessa forma, a compreensão dos alunos acerca das diferenças entre um isômero e outro. Foi entregue na cada um dos grupos um roteiro de atividades *(Anexo 19)*. Antes, porém, de iniciarem o experimento, fez-se o seguinte questionamento:

"Seria possível a conversão de um isômero geométrico em outro?"

Figura 115. Montagem do aparato experimental (preparação do ácido fumárico).

Após discussão nos grupos, os alunos responderam que sim. Questionados mais uma vez do por que da resposta, afirmaram:

G1. Seria possível, pois em atividades anteriores nós conseguimos trocar os grupos ligados na dupla e transformar um isômero no outro (cis) para (trans).
G2. É possível a transformação, pois no modelo de bolinhas conseguimos mudar as bolinhas diferentes e obter um outro isômero.
G3. O isômero cis pode ser transformado em trans por um processo de transformação química. Um pode ser mudado no outro, mudando as posições dos grupos.
G4. Podemos transformar um isômero em outro quando mexemos nas bolinhas do modelo, portanto seria possível fazer a conversão.

Figura 116. Visualização do ácido fumárico produzido.

Percebemos mais uma vez que o modelo construído anteriormente fora bastante útil para que os alunos respondessem afirmativamente que seria possível a transformação de um isômero no outro.

Dando continuidade à atividade, solicitamos que os alunos buscassem em livros previamente trazidos ao laboratório , as fórmulas estruturais do ácido maléico e ácido fumárico, incluindo algumas propriedades como solubilidade dos mesmos em água. Os alunos representaram as fórmulas estruturais em cartolinas entregue anteriormente e abaixo das fórmulas colocaram os dados da solubilidade em água de ambos os ácidos a 20º C: ácido maléico (79 g/100 g) e ácido fumárico (0,7 g/100g).

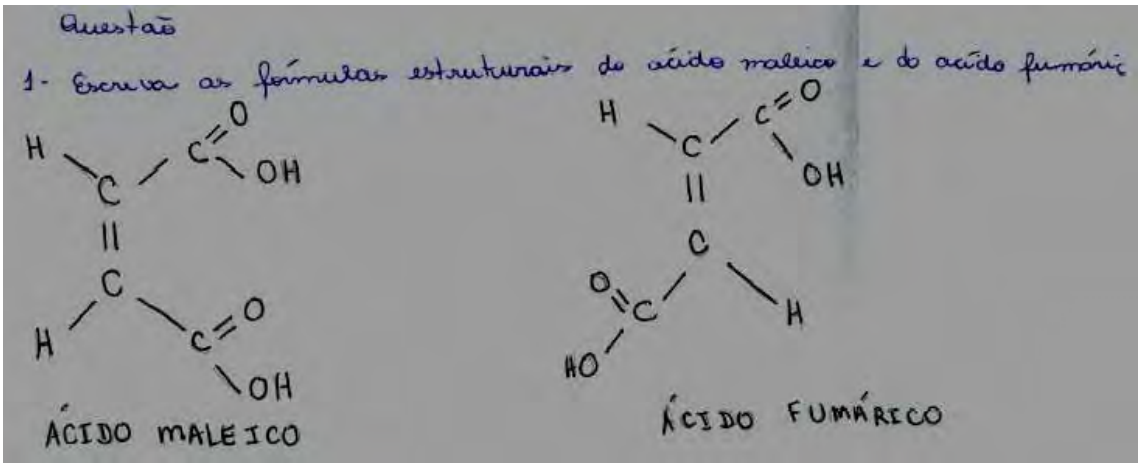


Figura 117. Fórmulas estruturais escritas pelos alunos (após pesquisa).

Após realização da atividade experimental, foi solicitado que colocassem 1 g do material produzido em 10 mL de água e em seguida acrescentassem a mesma quantidade de ácido maléico na mesma quantidade de água. Os alunos observaram os resultados e a medida que iam anotando, foram questionados:

“Como foi possível reconhecer que os cristais formados (ácido fumárico) eram diferentes dos cristais usados inicialmente?”

Figura 118. Realizando o teste de solubilidade.

Após discussão dos resultados experimentais pelos membros do grupo, percebeu-se que os alunos não tiveram dificuldade em responder que o ácido

fumárico era de difícil dissolução, ao passo que o maléico se dissolvia muito bem. Indicamos abaixo as respostas dadas pelos alunos:

G1. O ácido fumárico produzido na experiência se dissolve muito mais fácil em água, fato que não ocorre ao ácido maléico. Daí podermos verificar que houve uma transformação de um em outro.

G2. Um se dissolve e o outro não. Nós achamos que isso prova a mudança de um em outro.

G3. Como podemos perceber pelos dados que pesquisamos, o ácido fumárico é menos solúvel que o ácido maléico. Portanto um isômero foi transformado em outro após a reação.

G4. Observamos que os cristais que produzimos eram pouco dissolvidos pela água. Não conseguia ser dissolvido. O ácido maléico é mais solúvel e houve uma boa dissolução. Os dados que achamos confirmam isso.

Figura 119. Teste de solubilidade: tubo à esquerda (ácido maléico); tubo à direita (ácido fumárico).

Ao refletirmos sobre os dados coletados na observação da atividade experimental pelos alunos, parece-nos claro que o uso do modelo, as analogias feitas e a discussão acerca do que realizavam, tinha importância crucial no processo de aprendizagem dos conceitos. Portanto, mais uma vez, podemos colocar de que dependendo de como o professor apresenta a atividade experimental ela pode se tornar algo mecânico, o aluno simplesmente executa a tarefa sem pensar no que está acontecendo, ou pode trabalhar num processo que gere questionamentos e soluções (Vasnizi, 2006).

Um dos objetivos deste trabalho está em verificar a eficácia de alguns instrumentos de mediação pedagógica na construção de conceitos químicos. Buscou-se, portanto, uma aula proposta no material denominado ***Veja na Sala de Aula***, editado pela Editora Abril e distribuído nas Escolas da Rede Estadual. A aula tinha como título "**Explique à turma (mas só em teoria) as qualidades do vinho"** *(Anexo 22)***.** Tratava-se de aula interdisciplinar envolvendo conceitos das áreas de Química e Biologia. Procurou-se seguir as orientações dadas no material, sendo que o mesmo procura explicitar as Competências e Habilidades que se pretendia que o aluno adquirisse ao realizar as atividades propostas.

Num primeiro momento, entregou-se aos alunos uma cópia da reportagem de Veja denominado ***"Vinho e Saúde – Os fatos"*** *(Anexo 21)* da edição 1875, 13 de outubro de 2004. Solicitou-se que os alunos lessem o artigo de Veja nos grupos e grifassem as palavras desconhecidas. Com auxílio de dicionários trazidos em aula, pesquisaram-se as palavras que não conheciam. A partir de então, fizemos uma leitura em voz alta, onde cada um dos alunos, inclusive o professor leram trechos da reportagem.

Após a leitura, solicitou-se que os alunos investigassem o conceito de substância antioxidante. Antes da pesquisa feita pelos alunos, buscou-se verificar os conceitos que traziam do senso comum, a respeito do conceito. Algumas respostas dadas indicam que entendem ser uma substância antioxidante, aquela que protege a saúde, sendo, portanto, benéfica. Porém, ficou claro que a maioria dos alunos não conseguia dar uma explicação com maior rigor científico, não sabendo explicar razoavelmente o por que. Um dos grupos, assim responde:

G2. Uma substância antioxidante seria aquela que ajuda na prevenção de uma série de doenças que podem atingir o ser humano.

De modo geral os demais grupos seguem o mesmo padrão de respostas. O Grupo 4 consegue dar uma resposta mais apropriada ao se referirem ao fato de que a substância antioxidante evitaria a perda dos elétrons, pois oxidar seria perder os elétrons.

G4. Oxidar é perder elétrons e como o nome diz antioxidante seria a substância que evitará a perda dos elétrons.

Preferiu-se não comentar de imediato as respostas dadas, mas antes sugeriu-se que os alunos pesquisassem o significado do termo antioxidante e escrevessem em cartolinas o que encontraram. Na aula seguinte cada um dos grupos colaram a cartolina na lousa e em seguida passaram a explicar o que encontraram. O momento serviu para que o professor pudesse encaminhá-los à aquisição do conceito a partir de intervenções no momento da fala dos alunos. Como sugestão do próprio material, colocou-se que a vitamina C funcionaria também como um antioxidante, o que a tornava importante não só na saúde, mas para a preservação de determinados alimentos.

De acordo com sugestão do material Veja na Sala de aula, indicamos que o resveratrol está presente na película da uva. Foi passado para cada grupo uma folha onde se encontrava impresso as três partes que compõem o bago da uva, indicando que possuem propriedades distintas. Como já havíamos estudado isomeria, apresentamos as estruturas espaciais isômeras do resveratrol. Neste momento, novamente solicitou-se que construíssem as estruturas e a manipulassem para conversão nos isômeros *cis* e *trans.* Aproveitamos a orientação do material instrucional e indicamos ser o resveratrol uma substância redutora, inibindo a peroxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o colesterol ruim. Quando oxidadas, as LDL depositam-se nas artérias formando as placas ateromas, causadoras de infartos e derrames.

Ainda, de acordo com o material entregou-se aos alunos um quadro denominado “Também em cosméticos” a fim de explicar a ação anti-radicais livres do resveratrol. Os alunos puderam entender que a substância impede ainda a oxidação do colágeno, substância que dá sustentação à pele, retardando a formação de rugas.

Em seguida, foi proposto um experimento simples, mas bastante ilustrativo, para demonstrar a ação de um antioxidante. Nesse momento, novamente, a título de fixação do conceito, perguntou-se aos alunos o que seria um antioxidante. Como já havíamos trabalhado anteriormente e, inclusive, colocado aos alunos o conceito, não

tiveram dificuldades na resposta. Nos pareceu que o conceito, realmente fora integrado a estrutura cognitiva dos alunos.

O experimento solicitava que os alunos colocassem água até a metade de um copo e dissolvesse ali uma pastilha de vitamina C efervescente. Então, cortaram uma maçã ao meio e deixaram uma parte exposta ao ar. Na outra metade, pincelaram a solução de vitamina C aguardando alguns minutos. Antes, porém da execução, questionou-se: “O que vocês acham que deve acontecer a maçã na parte pincelada com vitamina C e na não pincelada?” Indicamos abaixo a respostas dada pelos Grupos 1 e 2. Os outros dois grupos dão respostas muito parecidas.

G1. A parte pincelada com a vitamina C não vai ficar escura, pois a vitamina C agirá protegendo a maçã do escurecimento (a vitamina C é um antioxidante) a outra parte vai ficar escura.

G2. A maçã vai escurecer onde não pincelou a vitamina C dissolvida na água. A vitamina C é um antioxidante e fará com que a maçã fique protegida da oxidação (perda de elétrons).

A partir da análise dos resultados, os alunos puderam entender que a parte desprotegida adquire uma coloração cada vez mais escura, devido à ação do oxigênio do ar nas moléculas das substâncias presentes na maçã. Já a parte pincelada com a solução antioxidante não escurece e tal fato pode ser comparado com o que acontece no interior do nosso organismo quando ingerimos substâncias com esta função.

Um último experimento, versando sobre a extração de pigmentos como indicadores ácido-base (antocianidinas) e o processo de análise volumétrica (acidimetria) foi realizado *(Anexo 20)*. Em vista de fornecer subsídios teóricos, iniciou-se a aula com a apresentação da aparelhagem básica usada em volumetria, necessitando nesse momento, de esclarecimentos sobre o processo volumétrico que iriam realizar. O roteiro entregue aos grupos continha a fórmula estrutural (esqueleto básico) de uma antocianidina, indicando preso aos anéis, os radicais denominado R e R´. Logo abaixo foram colocados os grupos que eventualmente poderiam ser encontrados diferentes tipos de antocianidinas e os seus respectivos nomes

conforme a existência de cada um dos grupos. A fim de que os alunos, novamente trabalhassem com funções da Química Orgânica, solicitou-se que escrevessem o esqueleto básico das antocianidinas e que substituíssem os radicais R e R´ pelos radicais indicados. Dessa forma, escreveram as fórmulas da pelagornidina, cionidina, delfinidina, petunidina, peonidina e malvinidina. Os vegetais necessários à experimentação foram trazidos de casa pelos alunos. Uma tabela com os diferentes tipos de plantas foi mostrada no próprio roteiro do experimento. Um esquema indicando o preparo do extrato vegetal foi indicado no roteiro de atividades. À medida que se procedia à extração, solicitavam a intervenção do professor para dirimir dúvidas. Após preparo do extrato vegetal, os alunos foram orientados, pelo professor e técnicos no preparo da bureta e colocação do indicador junto à solução problema até a descarga da solução de NaOH (0,1 M) sobre a solução-problema. Ao final do procedimento (viragem), questionou-se:

"O que vocês acham que deve ter acontecido à solução contida no erlenmeyer a medida que adicionamos a base?"

G1. Houve uma reação química entre o NaOH e o ácido da solução-problema.

G2. O líquido que estava embaixo mudou de cor, achamos que houve uma reação química.

G3. A base que estava na bureta caiu sobre o ácido e aconteceu uma reação química mudando a cor (ácido + base → sal + água).

G4. Aconteceu um processo de mudança de cor quando a base se juntou ao ácido.

Aos alunos foi dada a oportunidade de se expressarem após colocação das respostas do grupo no papel. Percebeu-se que os alunos tinham a idéia de que ocorrera uma reação química, sendo esta, indicada como sendo uma neutralização pelo grupo 03. Aproveitou-se do fato para, juntamente com os alunos, escrever a reação de neutralização entre o ácido clorídrico presente na solução-problema e o hidróxido de sódio contido na bureta. Para sedimentação do aprendizado e ampliação de conceitos, preferiu-se que os alunos pesquisassem sobre o fenômeno ocorrido. Pesquisou-se sobre os conceitos de ácido e base, indicadores, ponto de equivalência e viragem do indicador. O encerramento da atividade foi feito pelo

professor que, juntamente com os alunos, calculou as molaridade da solução-problema.

A fim de complementar o assunto interação inseto-planta foi entregue aos alunos um texto denominado **Comunicação e Química: uma linguagem química das plantas** *(Anexo 23)*. Neste texto, os alunos tiveram a oportunidade de rever a importância das substâncias químicas produzidas pelos vegetais na perpetuação das espécies e na manutenção da vida. Aproveitamos do texto, para retomar o vídeo inicial "A Vida Secreta dos Jardins" e fazer uma retrospectiva dos assuntos que abordamos e conceitos aprendidos ao longo das atividades propostas.

4.3.1. Análise de dados a partir dos gráficos construídos: atividades 3º Ano Ensino Médio.

Atividade 1: Mergulhando uma garrafa em água quente e água fria.

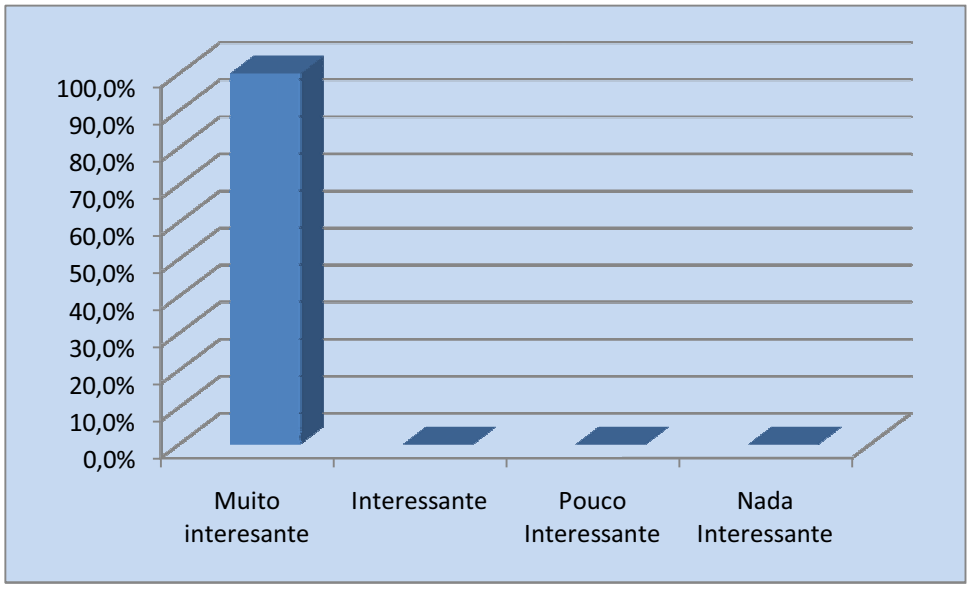


Figura 120. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

Podemos notar pelo gráfico da figura 126, que todos os alunos consideraram a atividade como muito interessante, afto este, constatatado por nós a partir do envolvimento dos mesmos com o aparato experimental e entre os membros do grupo. Segundo os dados do gráfico da figura 127, podemos notar que não houvera

maiores dificuldades na execução da atividade (quase 90% dos alunos consideraram a atividade como muito fácil).

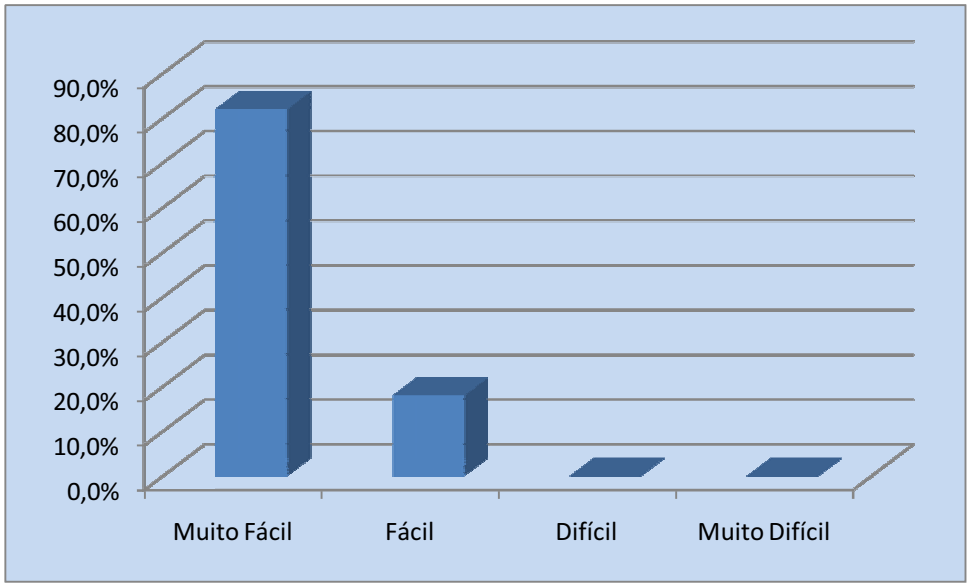


Figura 121. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

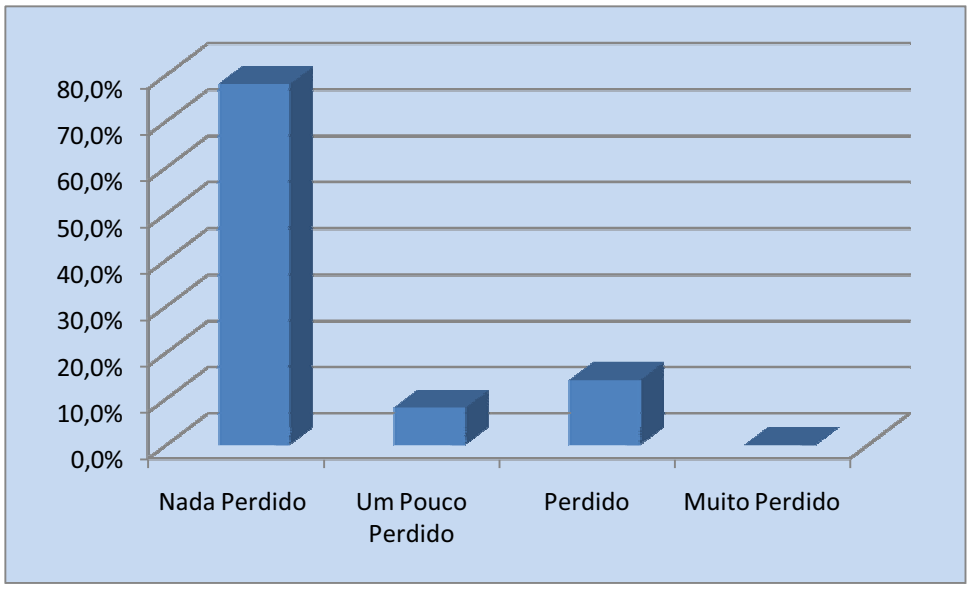


Figura 122. A segurança dos alunos em relação ao experimento.

As discussões em grupo e as orientações dadas pelo professor foram importantes para que os alunos compreendessem os objetivos do que estavam realizando e os conceitos subjacentes à atividade experimental (vide gráficos 129 e 130).

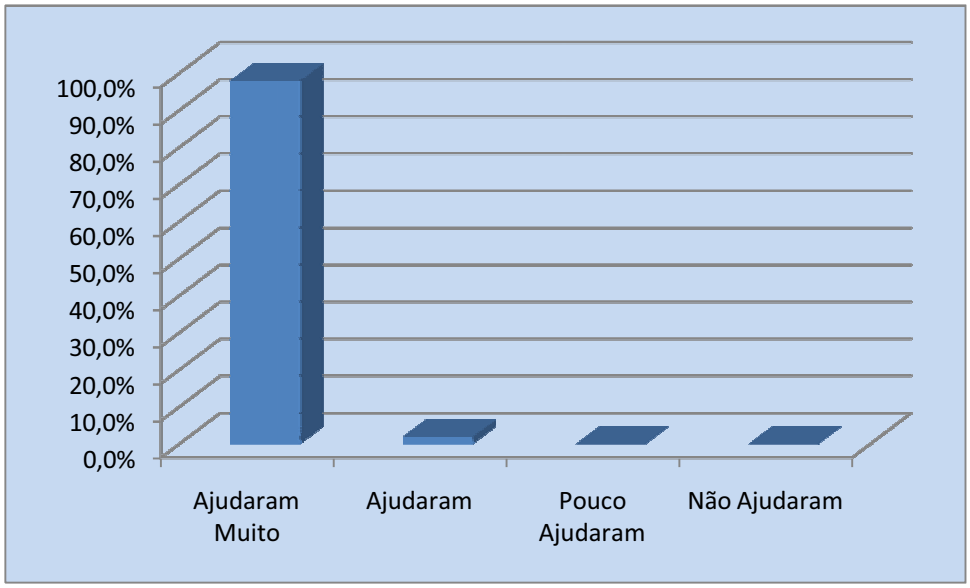


Figura 123. Importância dada às discussões em grupo.

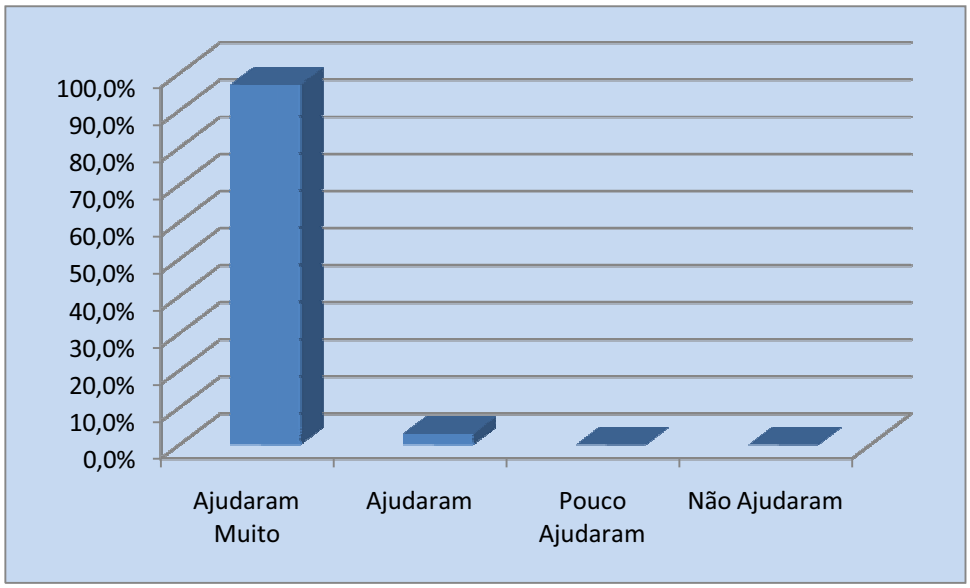


Figura 124. Importância dada às orientações do professor.

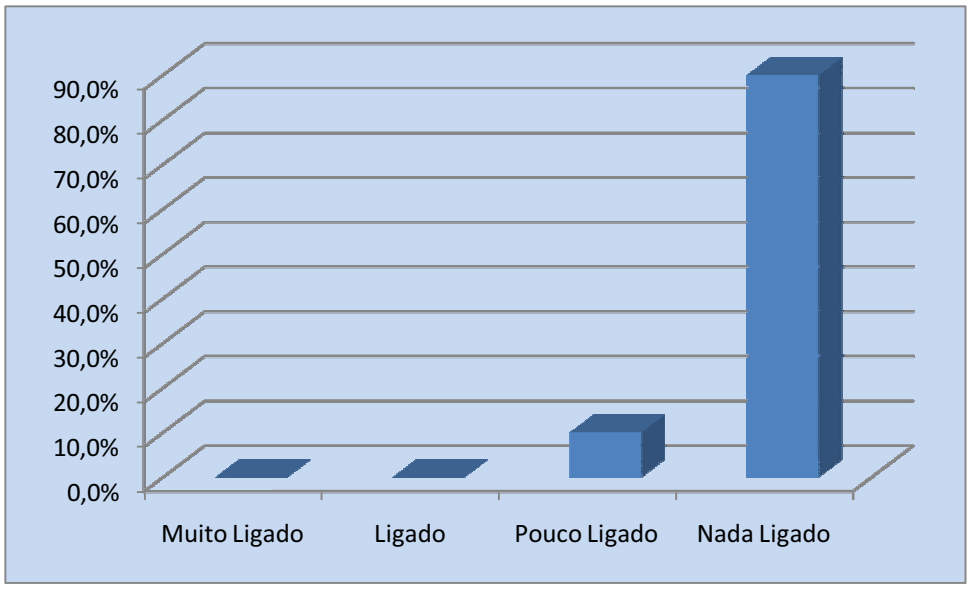


Figura 125. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

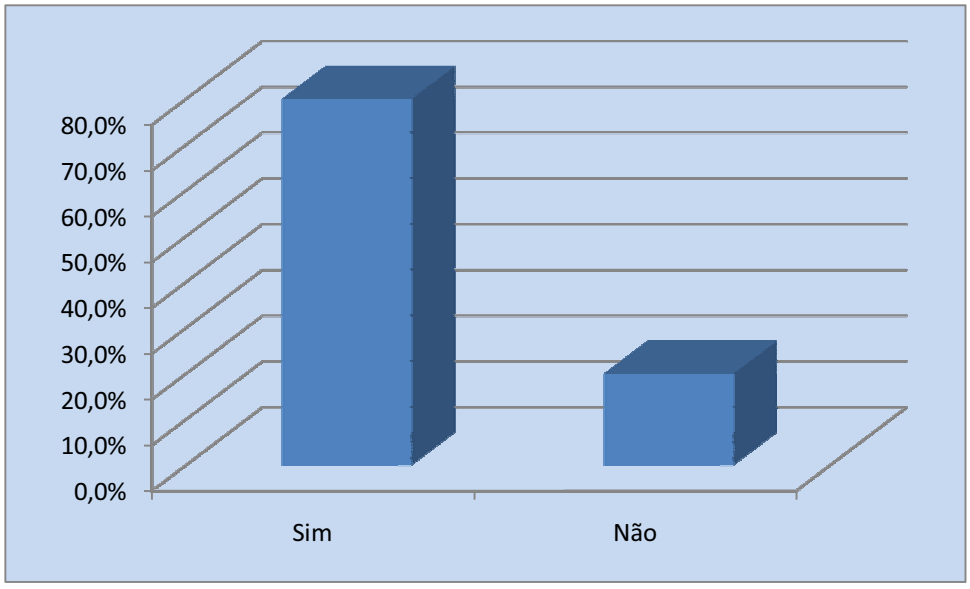


Figura 126. A compreensão do objetivo do experimento.

Atividade 2: Conversão ácido maléico-ácido fumárico.

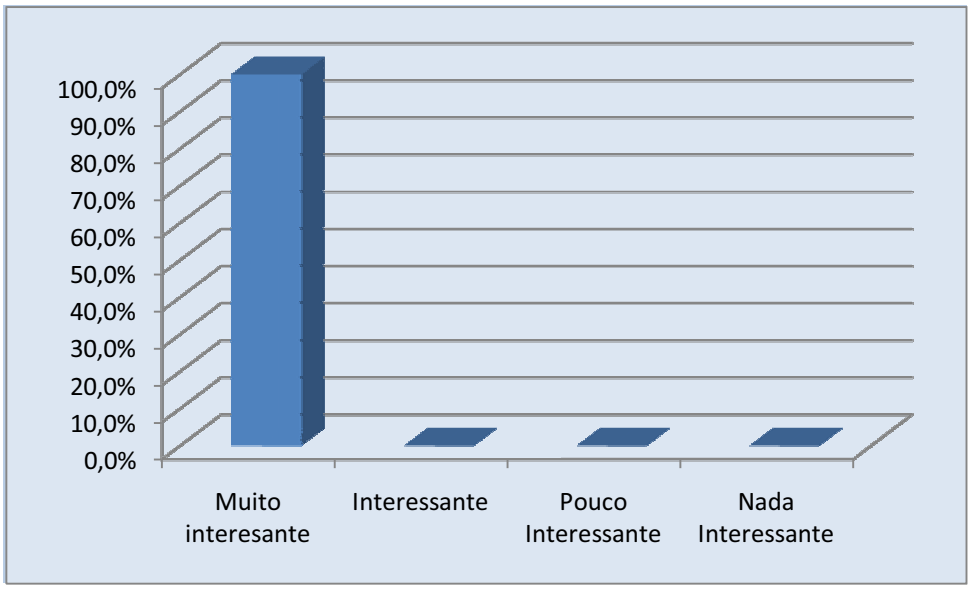


Figura 127. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

A totalidade dos alunos indicaram que o experimento realizado fora muito interessante, sendo que quase 80% dos alunos indicam ser muito fácil de ser executado.

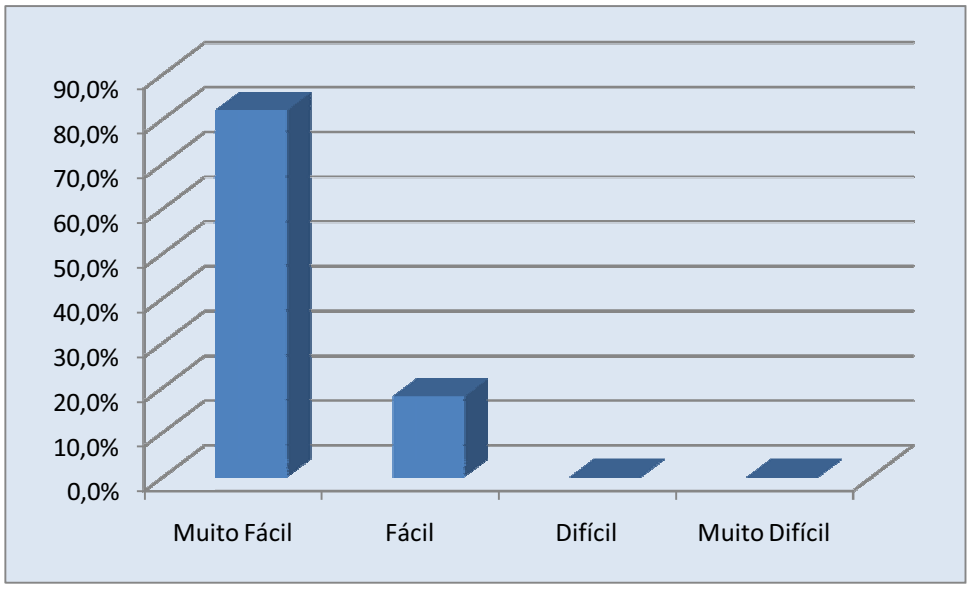


Figura 128. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

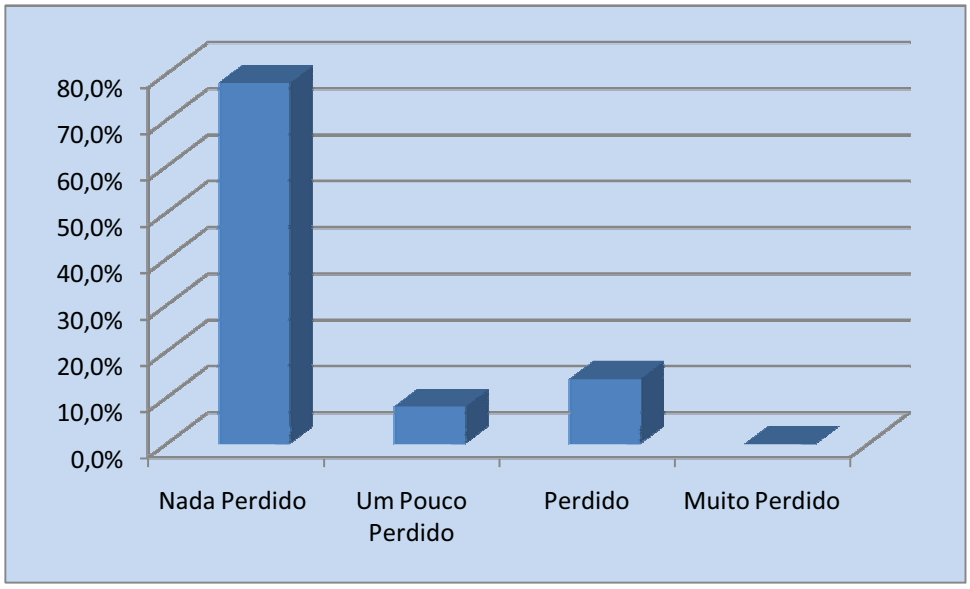


Figura 129. A segurança dos alunos quanto a realização da atividade experimental.

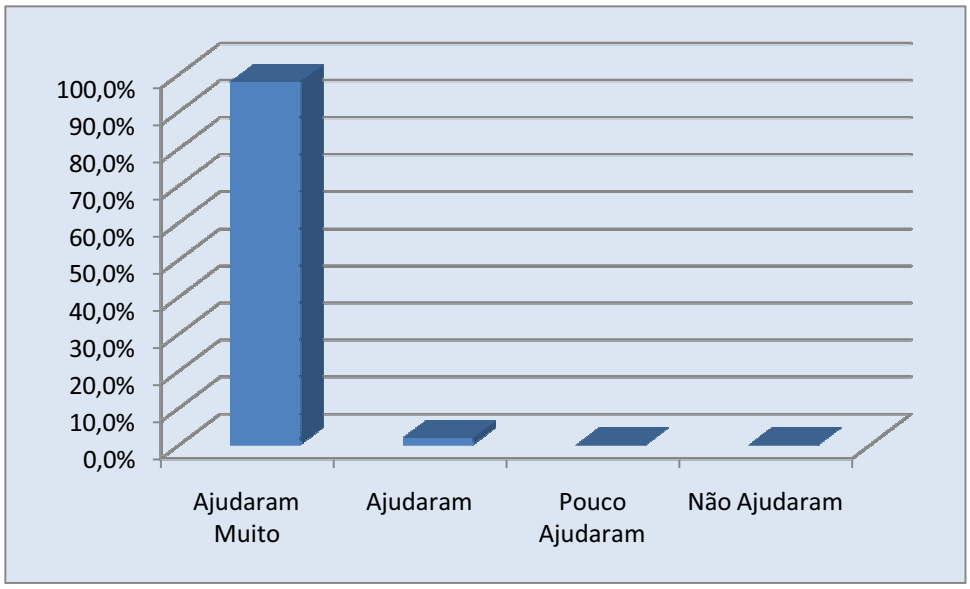


Figura 130. Importância dada às discussões em grupo.

As interações dos alunos no grupo e as orientações dadas pelo professor são apontadas como facilitadores no processo de aquisição dos conceitos.

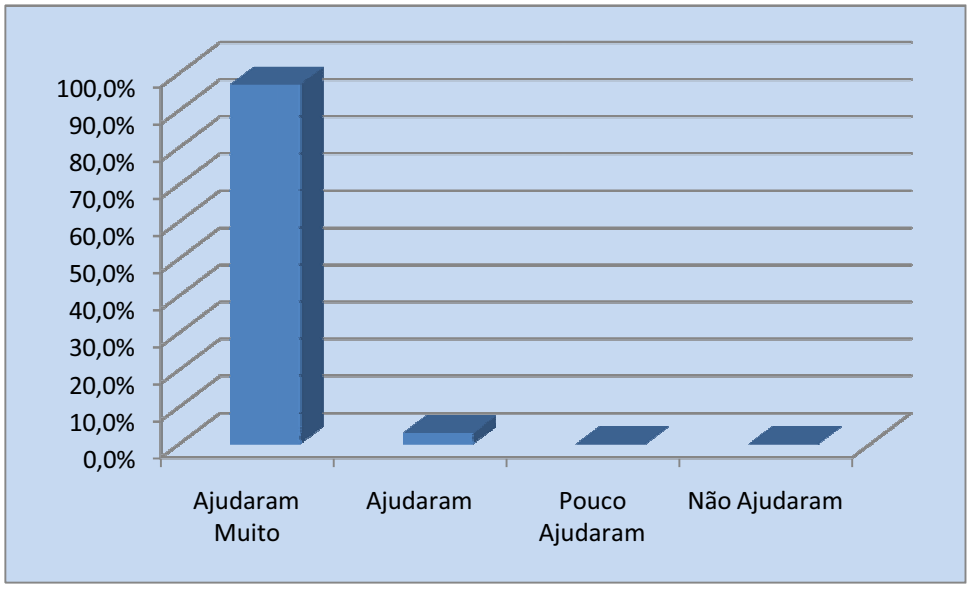


Figura 131. Importância dada às orientações do professor.

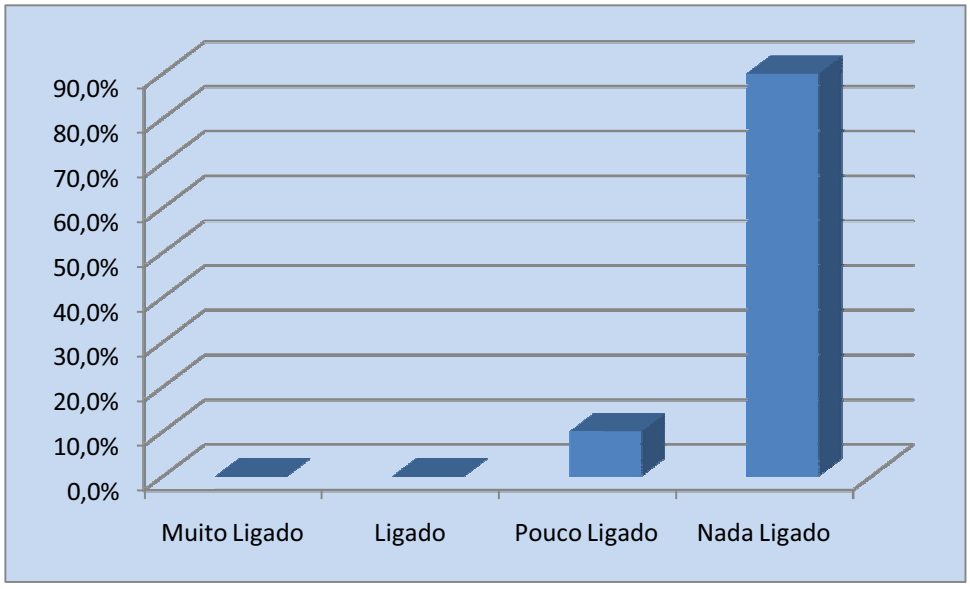


Figura 132. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

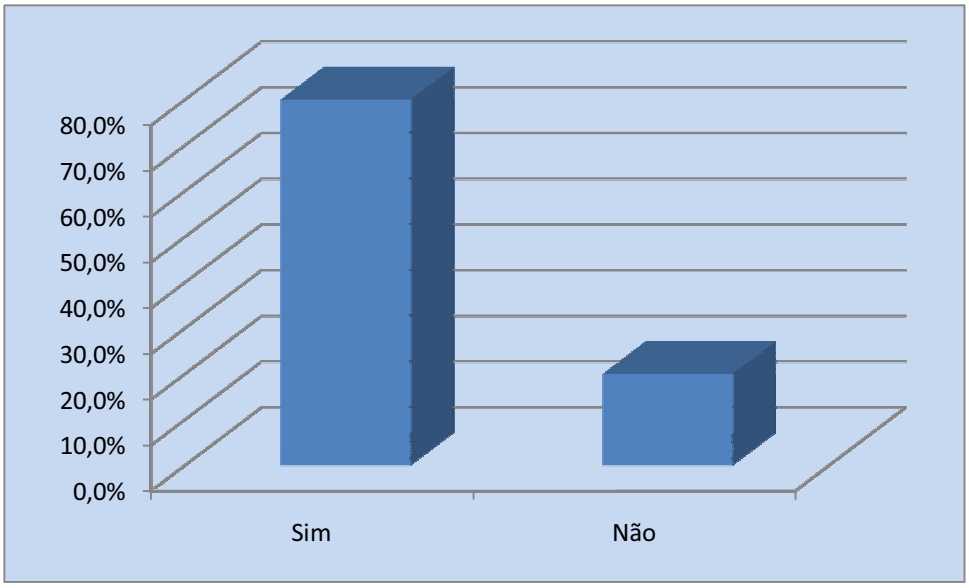


Figura 133. A compreensão do objetivo do experimento.

Atividade 3: Análise volumétrica (acidimetria).

A partir dos dados fornecidos pelos gráficos, podemos mais uma vez constatar que o processo de mediação e a interação entre os pares foi de fundamental importância para o entendimento dos conceitos que pretendíamos que o aluno adquirisse a partir das atividades propostas. Fazer com que o aluno adentre ao conjunto de saberes de uma disciplina em particular, não é uma tarefa fácil ao docente, uma vez que o professor tem que ter claro o seu papel de organizador do processo e como tal deve manter o foco na interpretação e entendimento dos alunos sobre a atividade experimental. Deve ouvir e procurar entender o pensamento do aluno, fato este, mais importante que o julgamento sobre o que ele não aprendeu ou dos pré-requisitos que não possui.

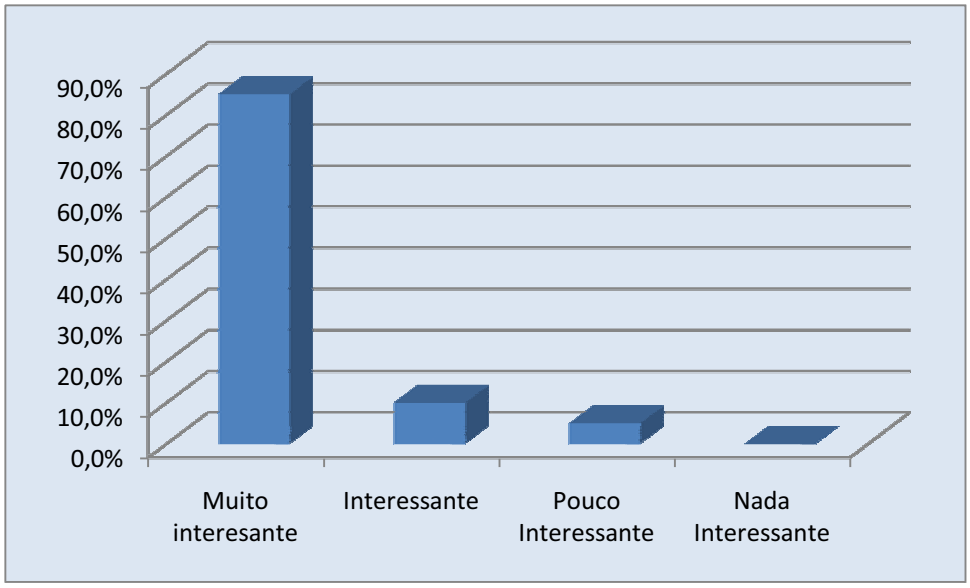


Figura 134. Grau de interesse dos alunos pelo experimento.

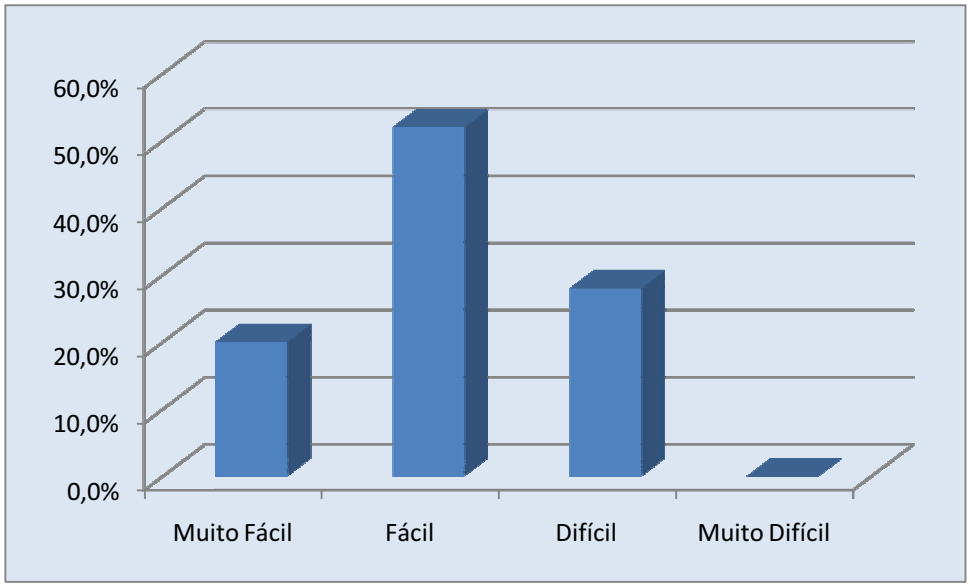


Figura 135. Grau de dificuldade dos alunos em relação ao experimento.

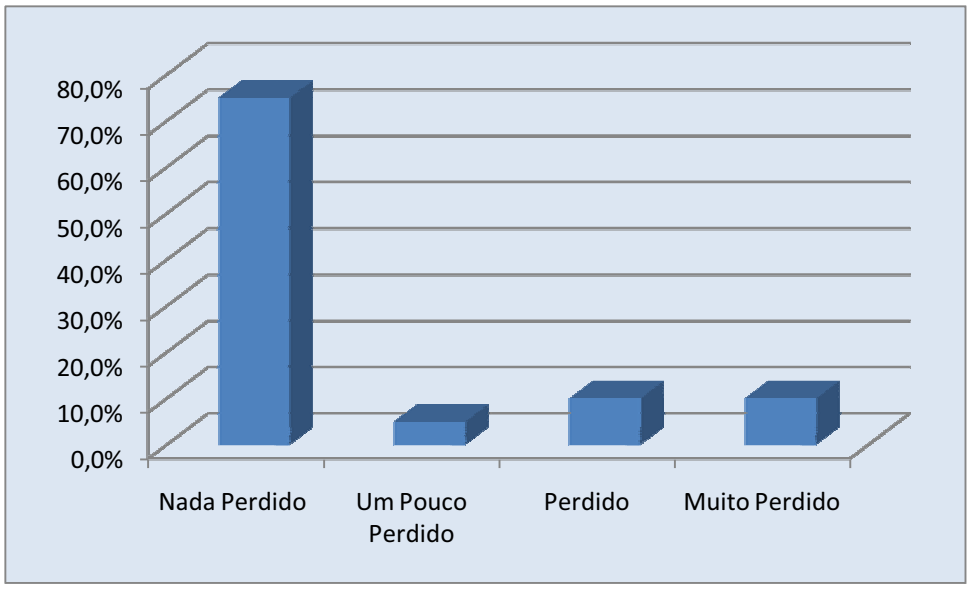


Figura 136. A segurança dos alunos em relação ao experimento.

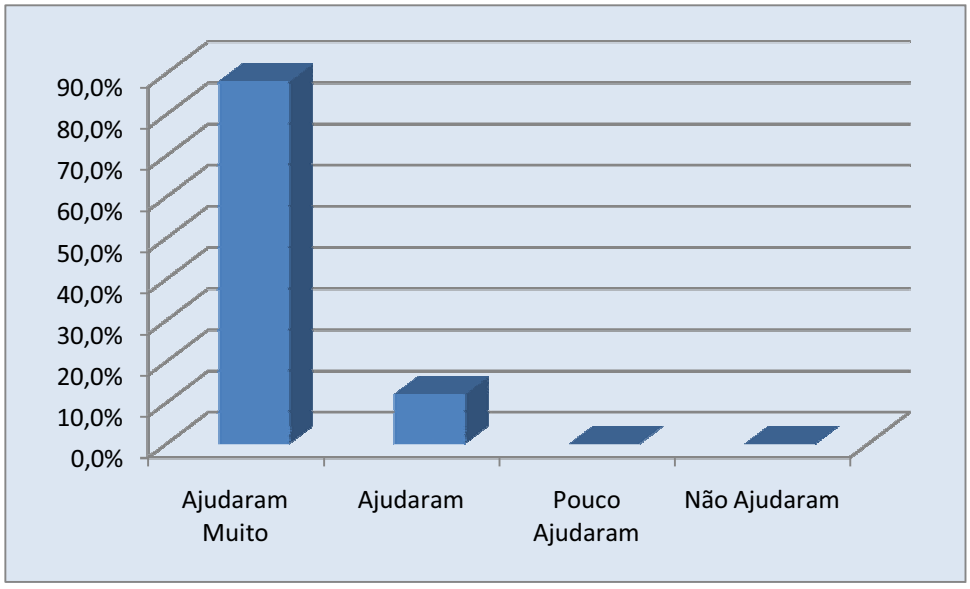


Figura 137. Importância dada às discussões em grupo.

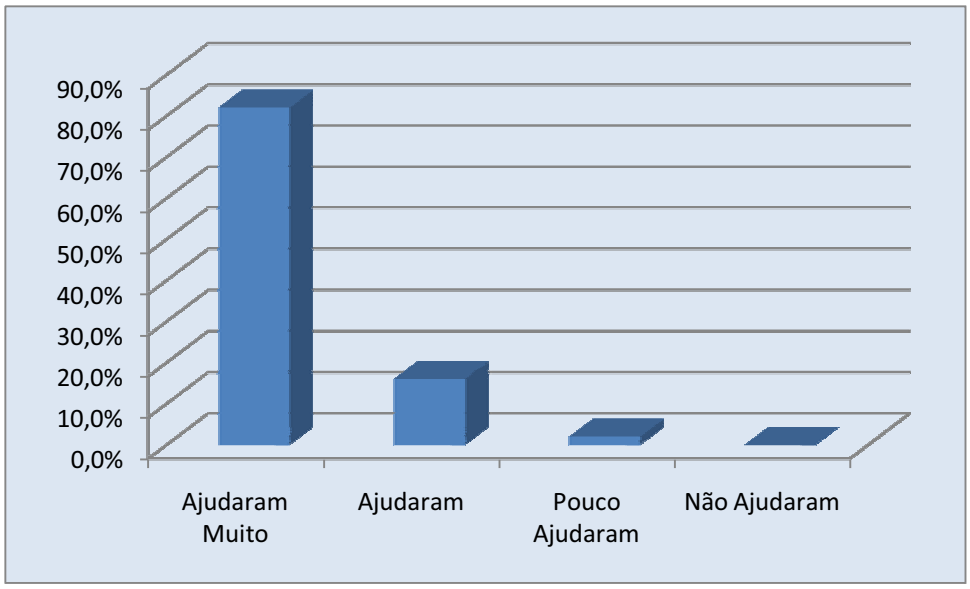


Figura 138. Impoertância dada às orientações do professor.

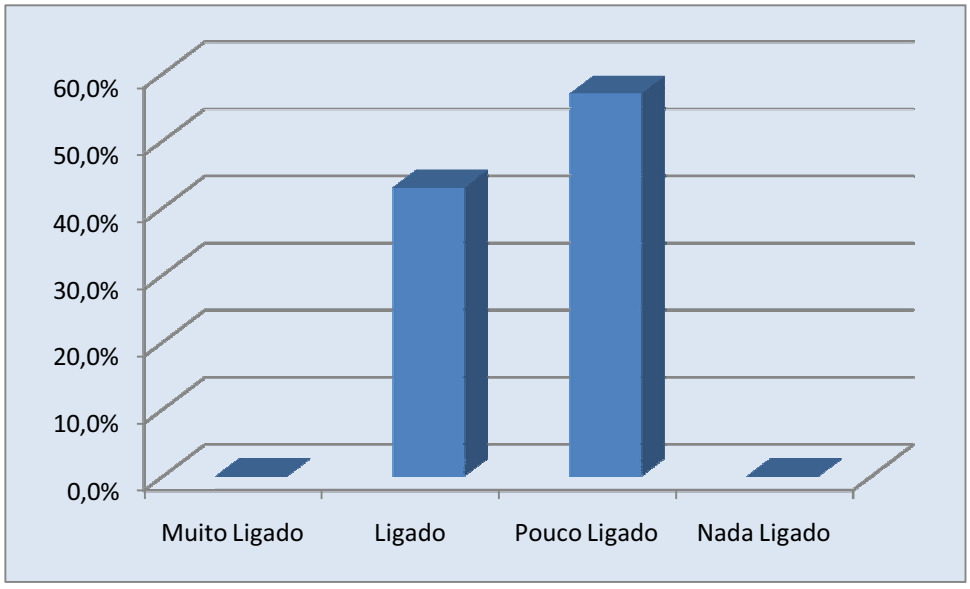


Figura 139. Estabelecimento de relações entre o vídeo e o experimento.

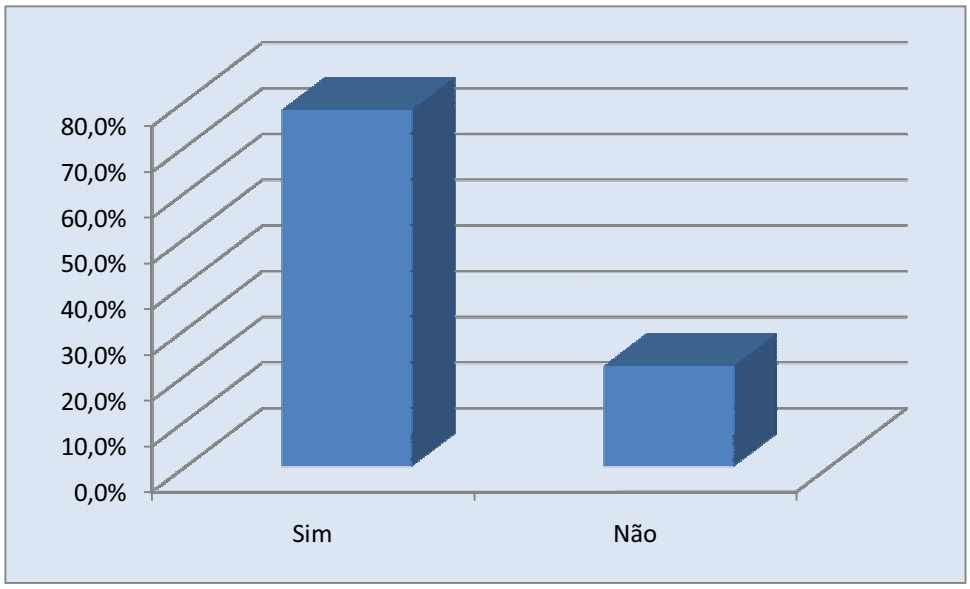


Figura 140. A compreensão do objetivo do experimento.

Pela análise do conjunto de dados, percebemos claramente a importância atribuída pelos alunos ao ato de poderem discutir com os colegas de grupo os resultados que obtinham ao realizar a atividade proposta. Constata-se novamente que a interação professor-aluno via mediação foi decisiva para a aquisição do conhecimento. Podemos constatar nesta pesquisa que as atividades propostas dentro da metodologia utilizada, ou seja, o fator interativo e aplicativo da matéria, o trabalho em grupo e a “independência” do aluno em relação ao conteúdo foram fatores determinantes nos resultados obtidos.

4.4 Proposição Avaliativa Processual e Avaliação Final: Estudos das mudanças de concepções dos alunos.

A avaliação é parte integrante do processo ensino e aprendizagem e ganhou na atualidade espaço muito amplo nos processos de ensino. Requer preparo técnico e grande capacidade de observação dos profissionais envolvidos.

Segundo Perrenoud (2000), a avaliação da aprendizagem, no novo paradigma, é um processo mediador na construção do currículo e se encontra intimamente relacionada à gestão da aprendizagem dos alunos.

Na avaliação da aprendizagem, o professor não deve permitir que os resultados das provas periódicas, geralmente de caráter classificatório, sejam supervalorizados em detrimento de suas observações diárias, de caráter diagnóstico.

O professor, que trabalha numa dinâmica interativa, tem noção, ao longo de todo o processo de ensino e de aprendizagem, da participação e produtividade de cada aluno.

A avaliação proposta em nosso trabalho tem caráter formativo permitindo constatar se os alunos estão, de fato, atingindo os objetivos pretendidos, verificando a compatibilidade entre tais objetivos e os resultados efetivamente alcançados durante o desenvolvimento das atividades desenvolvidas. A avaliação aqui proposta foi realizada durante todo o processo ***(avaliação processual)***, de modo que as questões previas e posteriores às atividades serviram como parámetro para se propor novas atividades ***(dispositivos didáticos)*** a fim de que os alunos pudessem chegar aos conceitos científicos pretendidos.

Esse tipo de avaliação representa o principal meio através do qual o estudante passa a conhecer seus erros e acertos dando-lhe maior estímulo para um estudo sistemático dos conteúdos.

Outro aspecto é o da orientação fornecida por este tipo de avaliação, tanto ao estudo do aluno como ao trabalho do professor, principalmente através de mecanismos de feedback.

Estes mecanismos permitem que o professor detecte e identifique deficiências na forma de ensinar, possibilitando reformulações no seu trabalho didático, visando aperfeiçoá-lo.

Para Bloom, Hastings e Madaus (1975), a avaliação formativa visa informar o professor e o aluno sobre o rendimento da aprendizagem no decorrer das atividades escolares e a localização das deficiências na organização do ensino para possibilitar correção e recuperação. A avaliação formativa pretende determinar a posição do aluno ao longo de uma unidade de ensino, no sentido de identificar dificuldades e de lhes dar solução pretendidos.

Outro dispositivo utilizado aqui como um instrumento de avaliação é a confecção de ***mapas conceituais.*** Mapas Conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos.

Esta abordagem dos mapas conceituais está embasada em uma teoria construtivista, entendendo que o indivíduo constrói seu conhecimento e significados a partir da sua predisposição para realizar esta construção. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

Segundo Faria (1995), os mapas conceituais são utilizados para auxiliar a ordenação e a seqüenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Mapas Conceituais podem ser usados como um instrumento que se aplica a diversas áreas do ensino e da aprendizagem escolar, como planejamentos de currículo, sistemas e pesquisas em educação.

A proposta de trabalho dos Mapas Conceituais está baseada na idéia fundamental da Psicologia Cognitiva de Ausubel que estabelece que a aprendizagem ocorre por assimilação de novos conceitos e proposições na estrutura

cognitiva do aluno. Novas idéias e informações são aprendidas, na medida em que existem pontos de ancoragem. Aprendizagem implica em modificações na estrutura cognitiva e não apenas em acréscimos. Segundo esta teoria, os seguintes aspectos são relevantes para a aprendizagem significativa:

- As entradas para a aprendizagem são importantes.
- Materiais de aprendizagem deverão ser bem organizados.
- Novas idéias e conceitos devem ser "potencialmente significativos" para o aluno.
- Fixando novos conceitos nas estruturas cognitivas já existentes fará com que os novos conceitos sejam relembrados.

Nesta perspectiva parte-se do pressuposto que o indivíduo constrói o seu conhecimento partindo da sua predisposição afetiva e seus acertos individuais. Estes mapas servem para tornar significativa a aprendizagem do aluno, que transforma o conhecimento sistematizado em conteúdo curricular, estabelecendo ligações deste novo conhecimento com os conceitos relevantes que ele já possui (Faria, 1995).

4.4.1. Construção de mapa conceitual: processo de elaboração.

Em cada uma das séries, os mapas conceituais foram elaborados seguindo-se os seguintes passos:

- Identificação dos principais conceitos do conteúdo que serão mapeados, colocando-os em uma lista.
- Ordenação dos conceitos partindo dos mais gerais para os específicos.
- Ligação dos conceitos com linhas, rotulando-os com um ou mais problemas chave que auxiliem na compreensão da relação entre os conceitos.
- Colocação de exemplos abaixo dos conceitos correspondentes.

A construção de mapas conceituais junto com os alunos se mostrou uma estratégia bastante rica, pois propiciou uma retomada de conceitos e verificação da real apreensão dos conhecimentos por parte dos alunos.

Ao final de cada etapa realizamos uma ***avaliação final*** com o intuito de verificarmos a utilização dos conceitos estudados em contextos diversificados, utilizando-se principalmente questões do ENEM.

4.4.2. Construção de mapa conceitual: atividades 1º Ano Ensino Médio.

Segundo Moreira e Novak (1988) o procedimento gráfico denominado "Mapa Conceitual" é uma técnica instrutiva que ajuda os estudantes a guiar e aplicar os conceitos químicos nas atividades de laboratório, integrando-os com a realidade do cotidiano. Esta técnica pode ser usada para impor suas próprias estruturas conceituais, através da construção, reconstrução e inter-relações de conceitos de Química, tendo como base um tema organizador.

Partindo do tema "PIGMENTOS", os alunos elaboraram um mapa conceitual juntamente com o professor. Colocavam-se na lousa as palavras-chave (conceitos-chave) e os alunos discutiam nos grupos e verbalizavam a resposta. À medida que as definições apareciam eram colocadas na lousa debaixo dos conceitos-chave, por exemplo, conceitos de substâncias puras e misturas ou diferenciação entre os conceitos de misturas homogêneas e heterogênaeas, técnicas de separação de misturas (filtração e decantação), presença de íons em solução e condutibilidade elétrica, além dos conceitos de materiais ácidos, básicos e neutros e indicadores ácido-base.

Desse modo partíamos de conceitos mais gerais e chegávamos a conceitos mais específicos. Desse modo os alunos tinham a oportunidade de re-elaborar os conceitos, reconstruindo e inter-relacionando os conceitos de Química numa aprendizagem significativa.

Na figura 45 pode-se observar o mapa conceitual elaborado em conjunto (alunos e professor) para o tema PIGMENTOS.

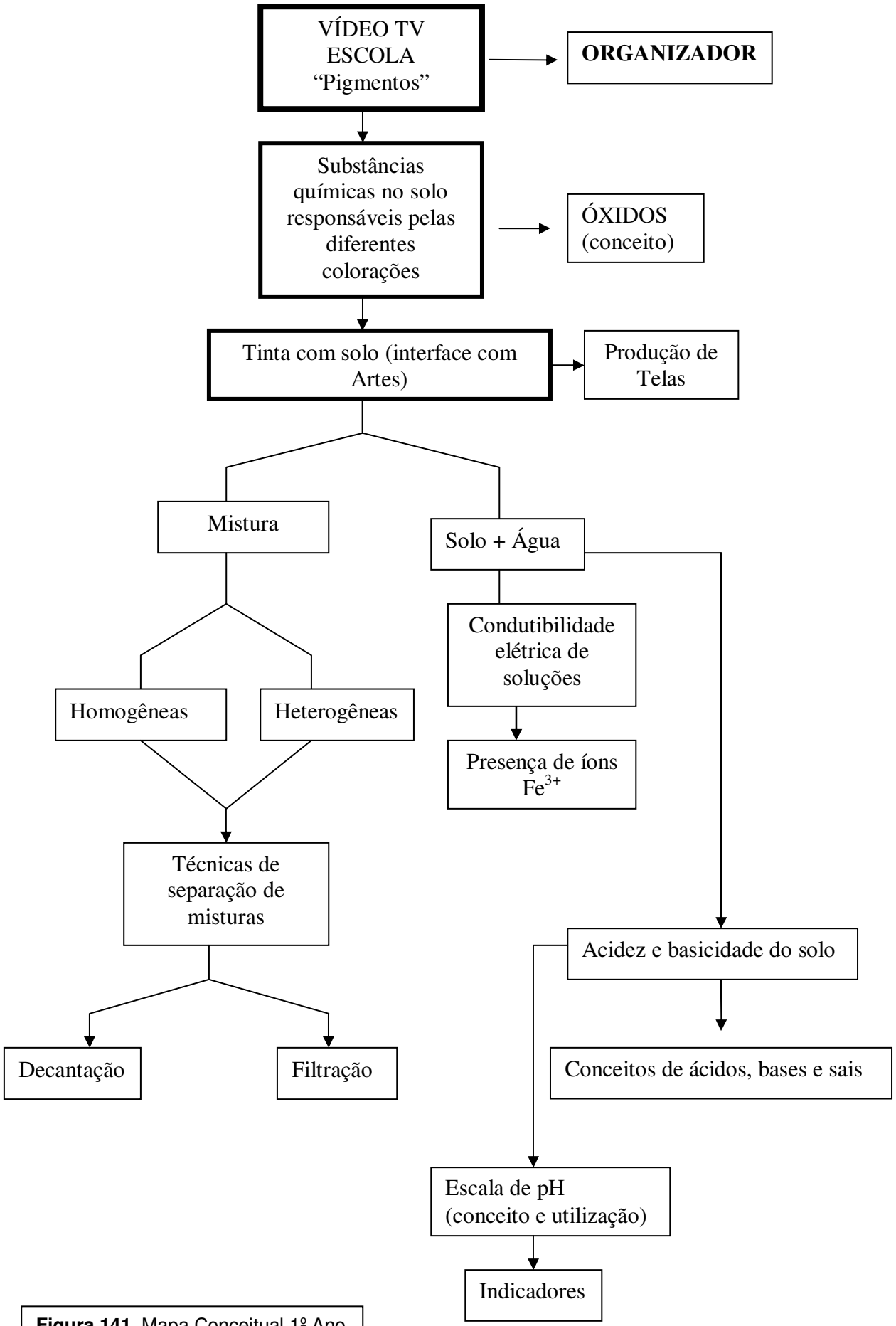


Figura 141. Mapa Conceitual 1º Ano

4.4.3. Avaliação Final: atividades 1º Ano Ensino Médio (Fechamento).

Aplicou-se uma avaliação final *(Anexo 8)* com o intuito de verificar o real aprendizado de conceitos químicos por parte dos alunos do 1º ano do Ensino Médio. Os alunos responderam a um total de seis questões onde se procurou abordar os conceitos químicos inerentes às atividades experimentais propostas dentro da metodologia utilizada. Com essa avaliação pretendia-se verificar se os alunos conseguiam transferir os conhecimentos químicos em situações diversificadas. Questões do ENEM serviram de ponte para análise dos dados. Os resultados obtidos foram bastante positivos, indicando que os alunos realmente adquiriram conceitos químicos com a metodologia utilizada.

Os resultados alcançados pelos alunos estão indicados no quadro abaixo e o número de alunos que acertaram cada uma das questões propostas. Participaram da avaliação um total de 25 alunos.

Através da analise dos dados, pode-se perceber que os conceitos relativos ao pH e a mudança de cor dos indicadores foram bem entendidos pelos alunos, já que os mesmos responderam as questões propostas sem nenhuma dificuldade e o índice de acertos foi elevado. As questões 01, 02, 03 versavam sobre o mesmo tema.

A questão 04 versava sobre processos de separação de misturas e uso de indicadores ácido-base. Nesta questão temos um índice de acertos bom, mas não tão elevado quanto os das questões anteriores, indicando uma certa dificuldade em relação a definição dos processos de separação mais indicados para o caso analisado.

Na questão 05, temos um total de 22 acertos para uma questão que versava sobre o aumento do pH após adição de uma base (cal extinta). O total de acertos pode ser considerado muito bom, também, indicando aprendizagem dos conceitos pretendidos, especialmente a elevação do pH ao se adicionar uma substância alcalina.

Propositadamente, na questão 06, incluímos as fórmulas químicas de substâncias iônicas e moleculares a fim verificar se os alunos conseguiam associar as substâncias químicas com as respectivas fórmulas e indicar quais substâncias seriam condutoras. O índice de acertos foi muito baixo, indo de encontro às nossas expectativas, pois nesta questão, provavelmente, por conta das dificuldades

encontradas pelos alunos com a simbologia química esperava-se um índice baixo de acertos. Pode-se perceber que os alunos ainda se sentem pouco a vontade com a nomenclatura e a utilização da simbologia, apesar de percebermos claramente em diálogos com os grupos que estes entendem perfeitamente que substâncias iônicas são as que conduzem a corrente elétrica, por conta da presença de íons de cargas opostas em solução. O fato de termos um baixo índice de acertos para esta questão nos faz pensar que outras estratégias de ensino devem ser propostas para que o aprendizado da simbologia química pelo nosso aluno ocorra sem maiores "traumas".

Os dados da avaliação estão representados nos gráficos abaixo indicados.

Nº DE ALUNOS PARTICIPANTES: 25

Nº TOTAL DE QUESTÕES: 06

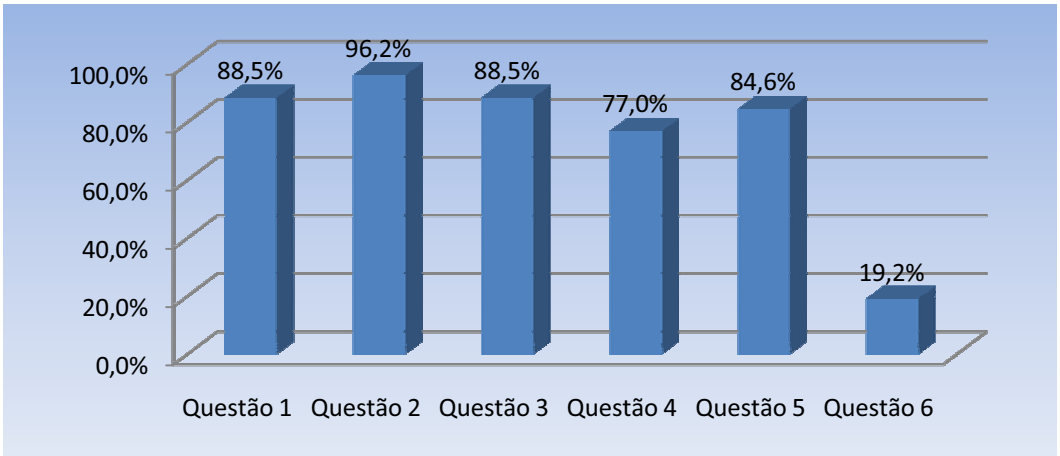


Figura 142. Porcentagem de acertos por questões no 1º ano do Ensino Médio.

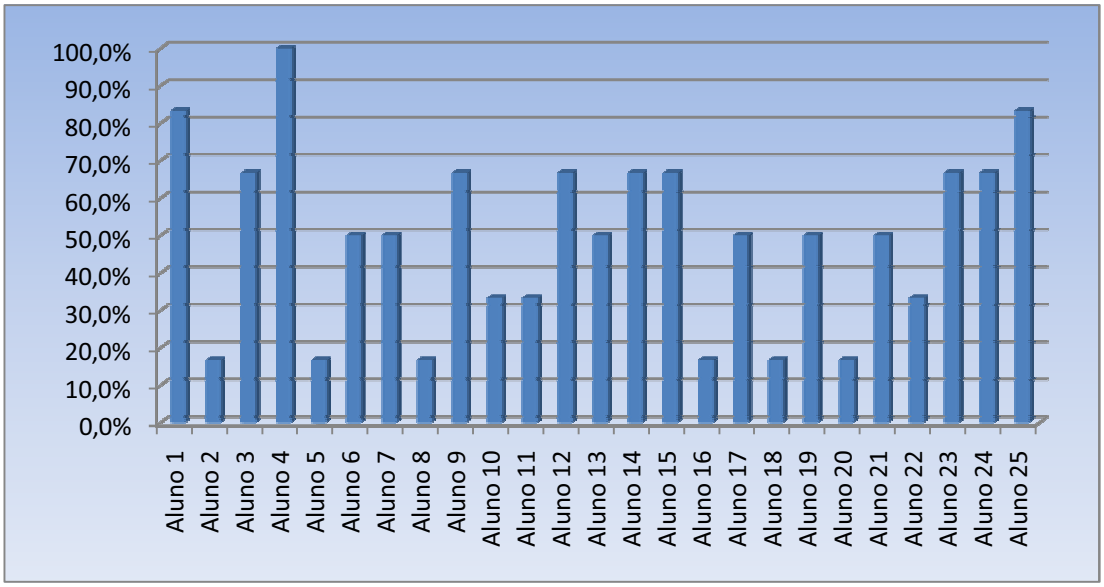


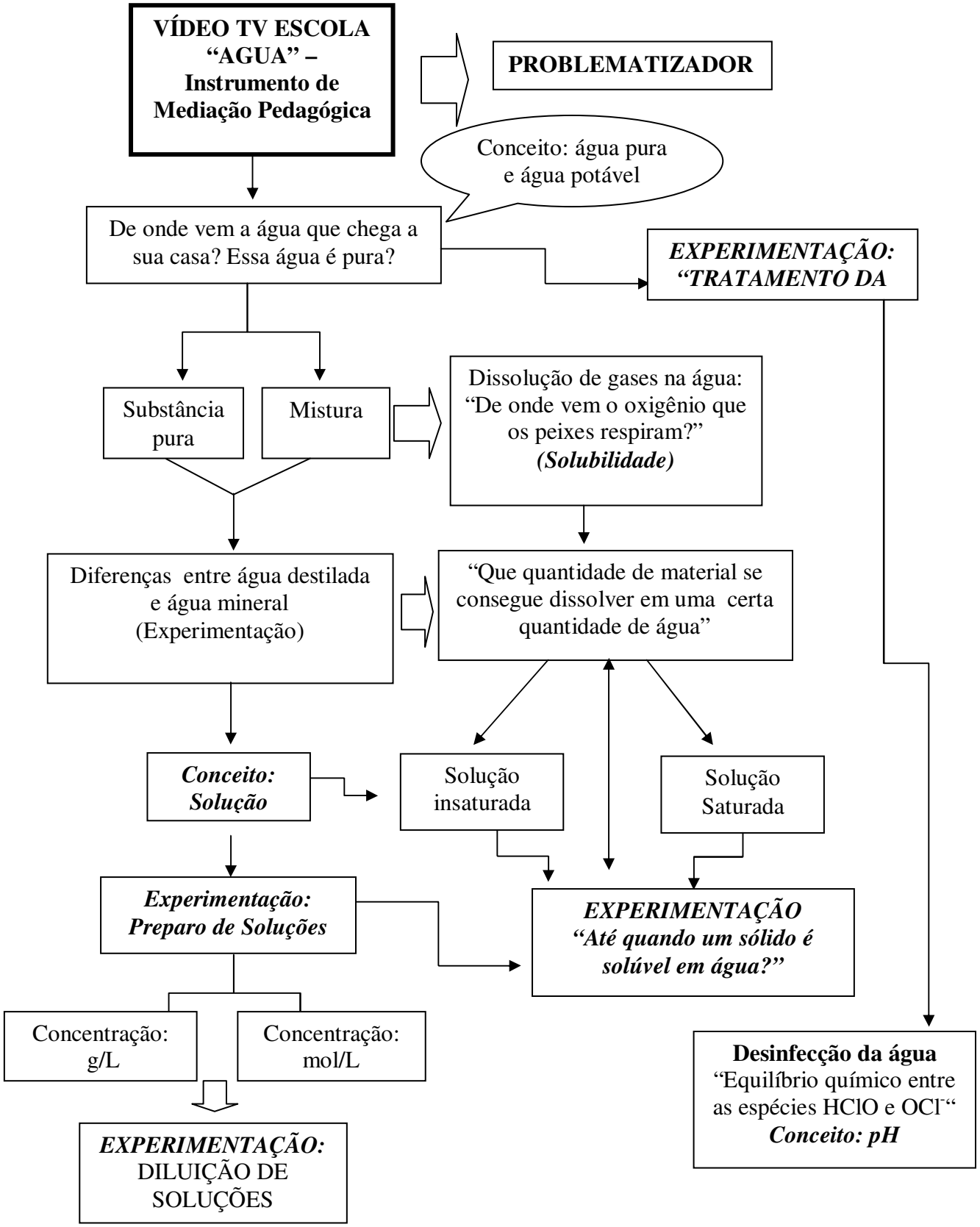
Figura 143. Porcentagem de acertos por aluno no 1º ano do Ensino Médio.

4.4.4. Construção de mapa conceitual: atividades 2º Ano Ensino Médio.

Com a segunda série do Ensino Médio, trabalhou-se o mapa conceitual partindo das idéias veiculadas pelo vídeo “ÁGUA”. A partir deste tema os alunos se colocavam em relação a conceitos aprendidos a partir da experimentação e de outros dispositivos didáticos utilizados.

A partir das discussões nos grupos os alunos puderam rever e diferenciar os significados de uma série de conceitos, tais como os de substância pura e mistura. Voltaram a discutir sobre a solubilidade de gases em água (“De onde vem o oxigênio que os peixes respiram?”), diferenciaram água mineral de água destilada. Discutiram novamente sobre os conceitos de solução insaturada e saturada, concentração de soluções (g/L e mol/L), tensão superficial, polaridade das substâncias e poluição das águas por detergentes sintéticos.

De acordo com Novak e Gowin (1996), técnicas gráficas como a de mapa conceitual estão baseadas em uma perspectiva construtivista. Tais estratégas instrutivas contribuem efetivamente para a aprendizagem significativa, servindo para avaliar o progresso do estudante.



(Continuação: Mapa Conceitual)

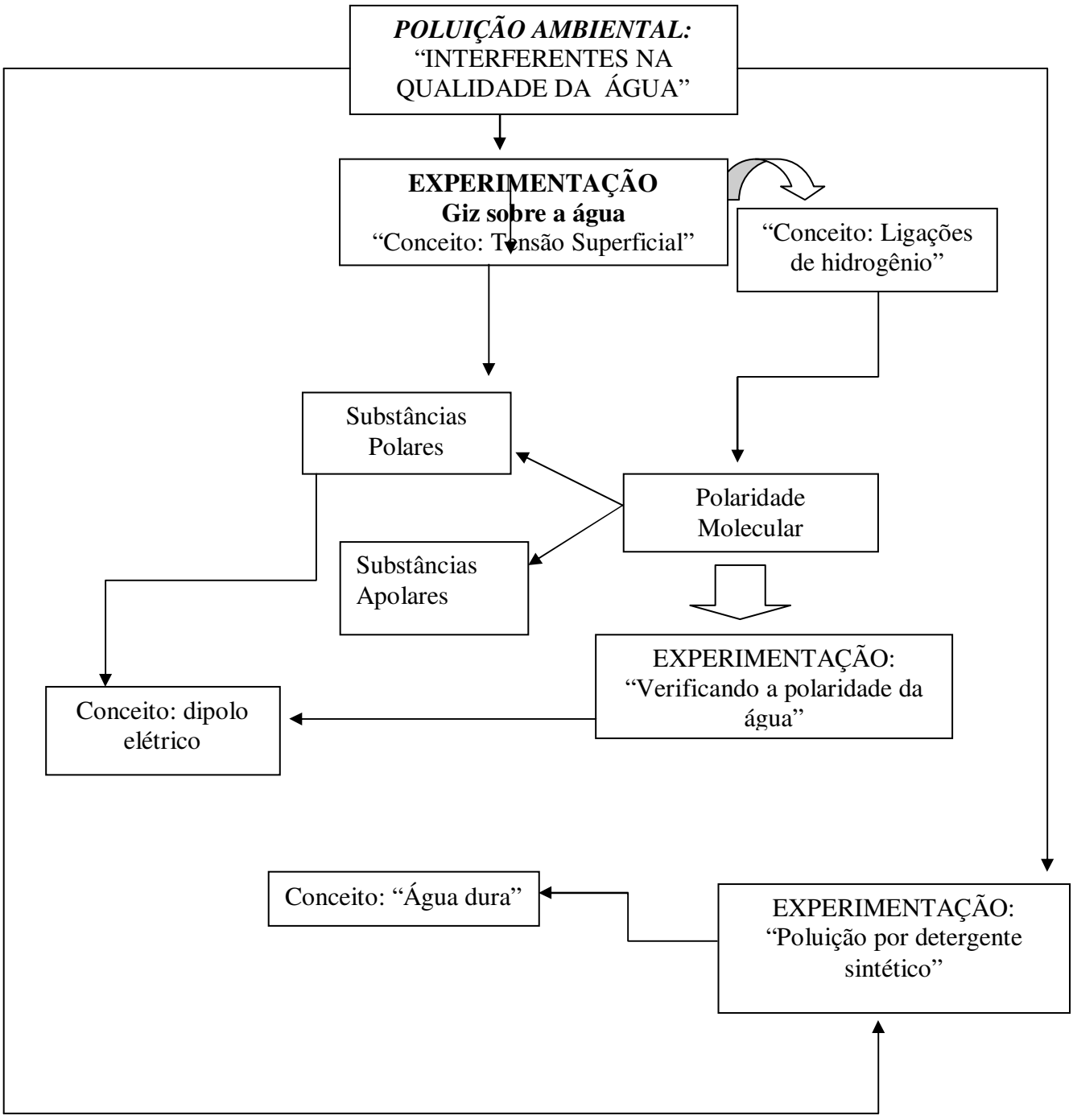


Figura 144. Mapa Conceitual 2º Ano.

4.5.1. Análise de dados a partir da avaliação aplicada aos alunos do 2º Ano Ensino Médio (Anexo 16).

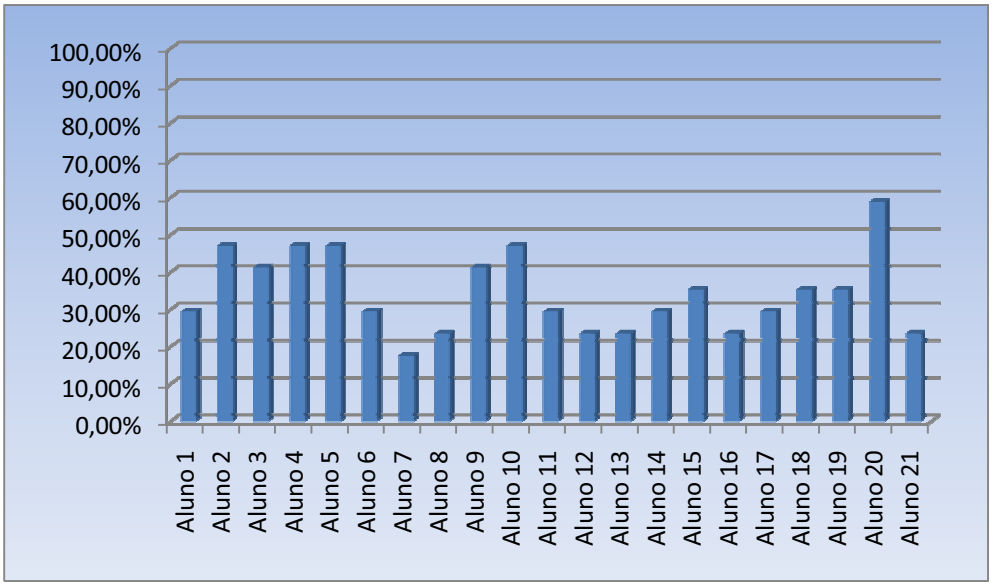


Figura 145. Quantidade de acertos dos alunos do 2 º ano do ensino médio.

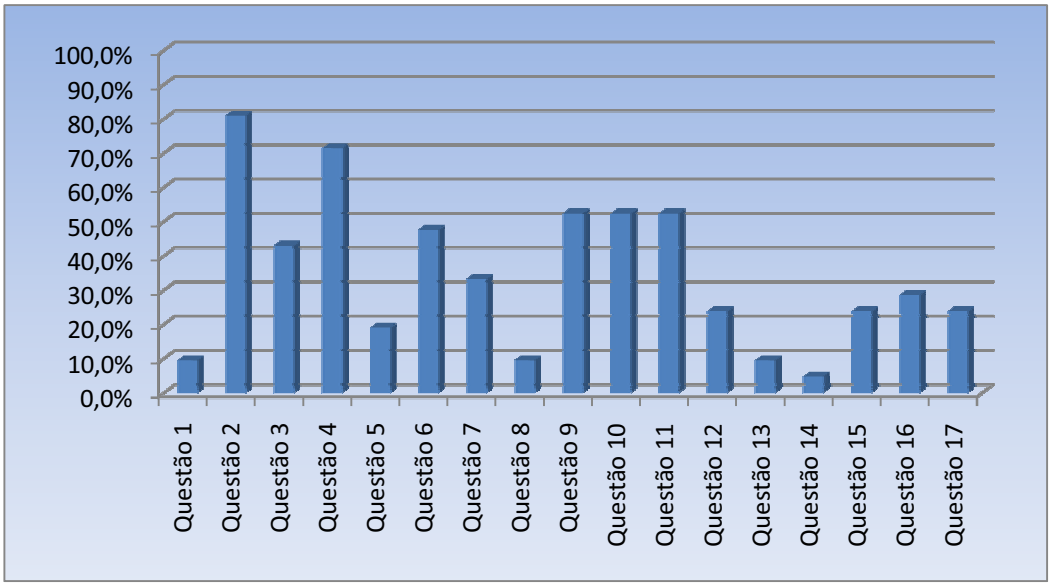


Figura 146. Número de acertos por questões do 2 º ano do ensino médio.

Ao analisarmos a porcentagem de acertos da questão 1 (figura 104), podemos perceber que os alunos apresentaram dificuldades com a interpretação da questão, visto o baixo índice de acertos (cerca de 10%). A questão apresentava dados da legislação brasileira sobre os diferentes tipos de água engarrafada vendidas no comércio. Percebemos dificuldades na diferenciação entre água mineral e água potável.

A questão 2 tratava sobre o problema da poluição ambiental e mais especificamente pela troca do carvão vegetal por mineral numa siderúrgica. O índice de acertos foi bastante bom, já que 80% dos alunos responderam a questão corretamente.

Na questão 3, percebemos uma maior dificuldade dos alunos (40% de acerto) uma vez que a mesma exigia cálculos para se determinar a quantidade máxima de determinada espécie química num cereto volume de água tratada. Verifica-se, portanto, a dificuldade dos alunos em relação aos cálculos matemáticos.

A questão 4 e 5 versavam sobre a acidez ou basicidade dos materais a partir da mudança de coloração de indicador (suco de repolho roxo). O índice de acertos para a questão 4 foi de 70%. O aluno analisava os diferentes tipos de materiais presentes numa tabela com uma escala de cores e pH e indicavam, os materiais como ácidos ou básicos. A questão 5 estava relacionada à questão 4 e pedia que os alunos relacionassem as cores que apareceriam ao se colocar os diferentes materiais em contato com suco de abacaxi ou limão. Percebemos,nesse caso, uma contradição em relação ao resultado anterior, pois somente cerca de 20% dos alunos responderam corretamente.

A questão 6 mostrava uma série de afirmações (I,II e III) sobre o processo de tratamento de água. Percebemos uma certa dificuldade na diferenciação entre as diferentes etapas do tratamento da água (peneiração, decantação, floculação etc), uma vez que somente cerca de 50% dos alunos acertaram tam questão.

Na questão 7 encontramos um total de 30% de acertos, indicando novamente a dificuldade dos alunos na interpretação da questão, pois a mesma pedia que os alunos verificassem o pH de uma solução desconhecida após diluição. Talvez, o fato de ter aparecido na questão o problema da didluição da solução tenha dificultado aos alunos a resposta correta.

A questão 8, teve um baixo índice de acertos (menos de 10%), uma vez que a mesma trazia uma tabela com valores de pH e coloração e os alunos tinham que relacionar com os dados de um rótulo de uma água mineral. Percebemos, mais uma vez, a dificuldade dos alunos em relacionar dados encontrados em gráficos ou tabelas.

A questão 9 versava sobre o elemento químico vanádio presente numa água mineral. Essa questão teve 50% de acertos. Nela os alunos tinham que escolher dentre três afirmações quais seriam mais plausíveis para explicar a presença do

elemento vanádio na água. Novamente, podemos inferir que os alunos sentiram dificuldades na interpretação das afirmativas.

As questões 10 e 11 tiveram, também, um índice de 50% de acertos para cada uma, indicando novamente a dificuldade de interpretação de dados encontrados em afirmativas. Parece-nos que a interpretação das questões fora fator crucial para o índice de acertos baixo.

Na questão 12, pedia-se que os alunos observassem um gráfico sobre a estabuilidade de um ecossistema de um lago modificado a partir do despejo de esgoto. Temos para essa questão um baixo índice de acertos (20%), indicano a dificuldade dos alunos na análise gráfica.

A questão 13 tem um baixíssimo índice de acertos (menos de 10%), indicando mais uma vez a grande dificuldade dos alunos na análise de gráficos e interpretação da questão. A mesma tratava sobre a concentração de O_2 dissolvido em água em função da distância percorrida desde a nascente.

Na questão 14, temos, também, um baixíssimo número de acertos (menor que 10%) indicando a dificuldade dos alunos em relação aos termos utilizados para designar a concentração de uma dada solução.

As questões 15, 16 e 17 solicitavam que os alunos realizassem cálculos qiuímicos relacionados à concnetração de soluções (g/L e mol/L). Verifica-se para cada uma delas um total de aceretos de cerca de 30%. Este fato revela a dificuldade dos alunos em relação aos cálculos químicos e também com os conceitos químicos de concentração.

4.5 Construção de mapa conceitual: atividades 3º Ano Ensino Médio.

Como dissemos anteriormente, o mapa conceitual pode ser utilizado como instrumento de avaliação da aprendizagem, facilitando a visualização da organização conceitual alcançada pelo estudante em um dado conhecimento.

Na tereira série do Ensino Médio, decidimos trabalhar conceitos relacionados à Química Orgânica a partir do vídeo “A Vida Secreta dos Jardins”. A partir deste contexto (“interação inseto-planta”), discutimos conceitos relacionados ao metabolismo primário e secundário, difusão gasosa (óleos essenciais), funções orgânicas, isomeria geométrica e óptica, propriedades dos isômeros entre outros.

Nas figura 147 apresentamos o mapa conceitual construído junto com os alunos da terceia série.

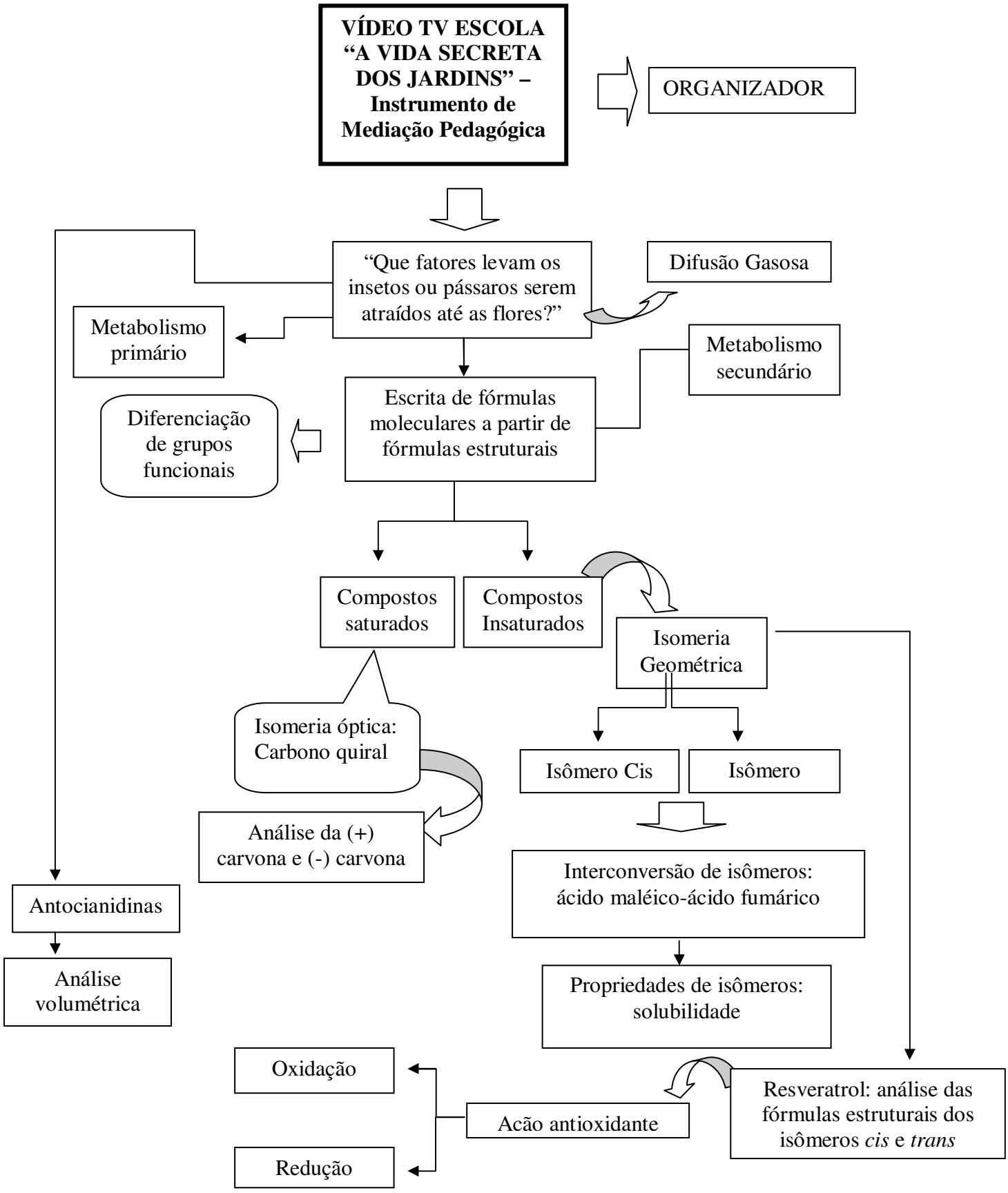


Figura147. Mapa Conceitual 3º Ano

4.5.1. Análise de dados a partir da avaliação aplicada aos alunos do 3º Ano Ensino Médio.

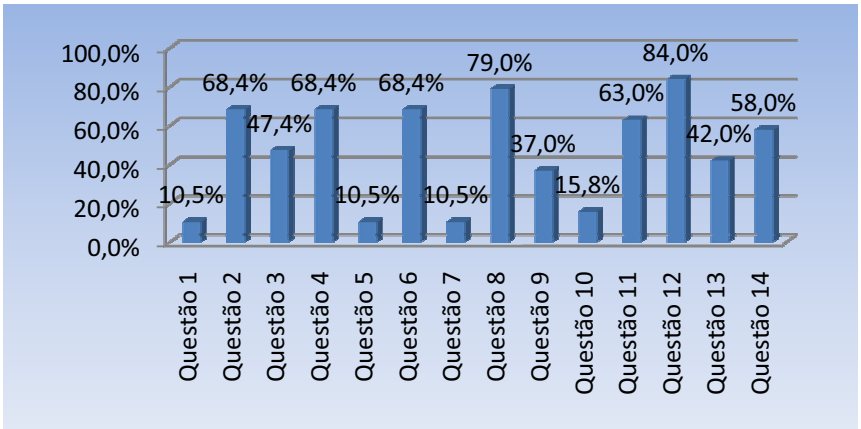


Figura 148. Quantidade de acerto por questões.

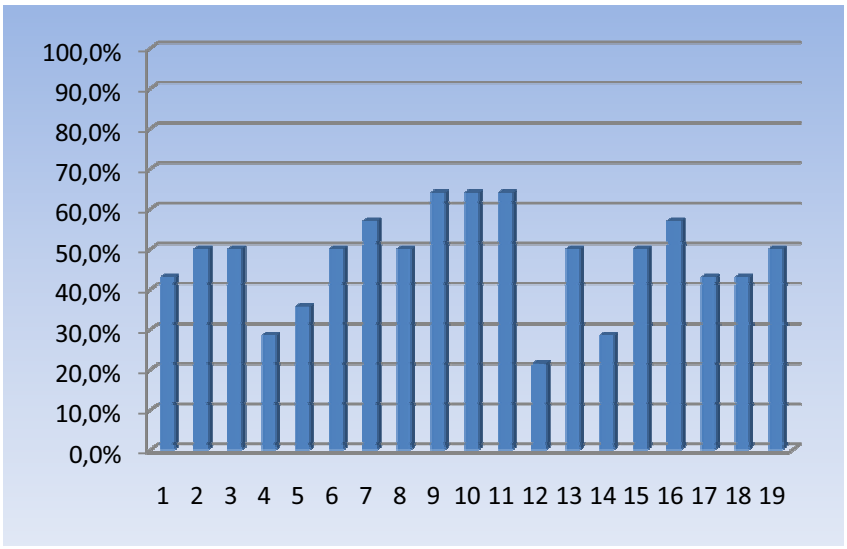


Figura 149. Porcentagem de acertos por aluno.

A questão 1(figura 147), indicava uma série de fórmulas estruturais de compostos orgânicos e o aluno tinha que identificar em qual das estruturas apresentadas encontravam-se os grupos aldeído e fenol. Verificamos um baixo indice de acertos (cerca de 10%), indicando dificuldades dos alunos na identificação de grupos funcionais.

Na questão 2, apresentava-se as fórmulas estruturais do citronelal e do geraniol. A questão envolvia a escrita da fórmula molecular dos compostos. Essa questão teve cerca de 70% de acertos. Parece-nos a utilização dos modelos construídos em sala os ajudara muito na resposta a essa questão.

As questões 3 (cerca de 50%) e 4 (cerca de 70%) versavam também sobre a escrita da fórmula molecular a partir da fórmula estrutural dos compostos.

A questão 5 relacionava-se ao tema gases. Os alunos deveriam escolher dentre quatro afirmações as que eram corretas. Temos um baixo índiuce de acertos (cerca de 10%), indicando dificuldade pronunciada dos alunos em relação a termos como massa específica, energia cinética das molécula gasosas e relações entre pressão versus volume.

Na questão 6, temos cerca de 70% de acertos indicando que grande parte dos alunos entenderam o por que do aumento da pressão sobre as paredes de um recipiente.

A questão 7 se apresentou de grande dificuldade por parte dos alunos. A mesma relacionava-se a uma das leis dos gases ideiais (Lei de Boyle). Temos um índice de 10% de acertos.

A questão 8, referia-se também ao tema gases. Para essa questão, temos cerca de 80% de acertos, indicando talvez, uma maior compreensão do enunciado da questão.

A questão 9 apresentava um cilindro contendo um gás ideal, com êmbolo livre para se mover. A questão pretendia que os aluno afirmasse qual relação melhor descreveria a transformação sofrida. Percebe-se dificuldade dos alunos em estabelecer tal relação, uma vez que apenas 37% dos alunos indicam a resposta correta.

A questão 10 solicitava que os alunos transcrevessem um fenômeno químico da linguagem coloquial para a linguagem científica. Temos para essa questão um índice de acertos considerado muito baixo (cerca de 15%). Este fato parece indicar a grande dificuldade dos alunos em deixar o denominado “senso comum” ou concepções alternativas para um conhecimento científico mais elaborado. Parece que as explicações dos alunos para um determinado fenômeno concentra-se no nível macroscópico, isto é , no campo fenomenológico. A transferência de aspectos observáveis no nível macroscopico para o nível microscópico impede que os alunos construam modelos explicativos coerentes que se aproximem mais dos modelos científicos.

Na questão 11, apresenta-se um esquema sobre a brisa marítma, relacionando pressão e temperatura. A questão tem um índice de acerto de mais de

60%. Este fato talvez indique que a figura colocada na questão tenha facilitado o entendimento do texto apresentado na mesma.

A questão 12 abordava o problema das emissões mundiais de gás carbônico relacionadas as nossas compras domésticas (familiares). A questão teve um total de 84% de acertos, indicando talvez uma maior compreensão por parte dos alunos, uma vez que se tratava de tema bastante atual e extensivamente divulgado pela mídia.

Na questão 13, temos um tema interdisciplinar (ecologia-química) relacionada a uma substância sintetizada a fim de eliminar a infestação de um dado besouro. A questão teve um índice de cerca de 40% de acertos.

A questão 14 versava sobre o resveratrol e um composto de estrutura química, semelhante à do dietilestilbestrol (DES), um estrógeno sintético que atua sobre o nível de colesterol no sangue. A questão procurava avaliar o grau de entendimento dos alunos em relação aos conceitos de isomeria (geométrica e óptica). Temos para essa questão um total de 58% de acertos.

Em vista dos resultados alcançados pelos alunos nas avaliações finais, talvez pudessemos afirmar, que o período de ensino necessário para consolidar o movimento de apreensão dos conceitos não se dão em um período tão curto como o proposto neste trabalho para cada uma das séries. Tal processo de construção requer um longo tempo de interação e negociação. No entanto consideramos um ganho considerável o fato dos alunos dialogarem sobre a Química, pois segundo Vygostsky (1989), o emprego das palavras químicas por parte dos alunos já significaria uma evolução, considerando-se a função das mesmas na construção dos conceitos científicos.

Capítulo 5

Um pouco mais sobre o processo de mediação: Conclusões e considerações finais

"Assim, quanto mais me aproximo criticamente do objeto de minha observação [reflexão] mais consigo perceber que esse objeto não é, porque ele está se tornando. Então, começo a notar cada vez mais, na minha observação, [reflexão] que o objeto não é algo em si mesmo, mas está dialéticamente se relacionando com outros que constituem uma totalidade" (Freire, 1986, p. 104).

Para as atividades tornarem-se significativas no processo de aprendizagem devem apresentar ação e reflexão. É necessário que o aluno participe ativiamente do processo de construção do conhecimento e que o professor atue como mediador, conduzindo o aluno para a argumentação e elaboração de idéias através de questões problematizadoras que direcionem os alunos à procura de soluções plausíveis para o problema apresentado. Essas atividades são caracterizadas como atividades para mediação entre o que o aluno já sabe sobre um determinado tema, servindo como "ponte" entre esses conceitos do senso comum até o estabelecimento do conceito reelaborado em sua estrutura cognitiva. Tais atividades não se limitam à manipulação e observação, a aprendizagem ocorre por meio do ativo envolvimento do aluno na elaboração do conhecimento (Ausubel,1976).

A análise dos dados obtidos através dessa pesquisa nos fornece indicadores da aprendizagem efetiva de conceitos químicos a partir da utilização dos diferentes dispositivos utilizados para mediação e da interação professor e aluno, aluno-aluno e aluno-material instrucional.

Ao analisar os dados de entrevistas com os alunos no decorrer da aplicação das atividades e os gráficos construídos a partir dos questionários aplicados, pode-se constatar a concordância absoluta de todos que as atividades propostas e o ***processo dialógico*** foram determinantes na aquisição de conceitos por parte dos mesmos. Segundo Bruner (1997), "nós demoramos muito a perceber a importância da linguagem para a natureza humana; Vygotsky teria sido uma das poucas exceções. E sendo a linguagem um dos principais instrumentos culturais, então nós demoramos muito também para perceber o significado da cultura para o

funcionamento humano. A cultura seria, neste sentido, o *kit de* ferramentas que precisamos utilizar para nos adaptarmos ao mundo (cultural) ampliando ou definindo nossas capacidades de funcionamento. A linguagem seria um desses principais auxílios ou instrumentos".

Parece-nos que o trabalho voltado para o desenvolvimento de competências faz com que o aluno responda ao aprendizado de forma mais efetiva. O fator mais importante constatado a partir do embasamento teórico utilizado nos faz refletir que todos são capazes de aprender. O grande desafio do currículo por competências está em elaborarmos situações de aprendizagem que contemplem as concepções do senso comum (concepções prévias) na sala de aula. Destacamos, também, que no trabalho por competências, o processo avaliatório deve ser mudado a medida que este deva se tornar o regulador do processo e o professor o utilizará como instrumento para verificar se o aluno desenvolveu a competência pretendida e propor outras estratégias no sentido de que o aluno possa atingi-la satisfatóriamente.

Como já dissemos anteriormente, a negociação dos significados e estabelecimento dos conceitos demanda tempo, tempo este que foi limitado na realização do trabalho com as diferentes séries, uma vez que seguimos um cronograma para cada uma das séries a fim de coletar dados para esta pesquisa. Porém, num currículo em espiral, os conceitos serão abordados novamente com um grau de profundidade maior, o que possibilitaria, ao longo de um percurso maior, o estabelecimento dos conceitos de forma efetiva (Bruner, 1998). Apesar do tempo insuficiente, podemos afirmar que as estratégias adotadas são extremamente importantes para que os alunos abandonem idéias mais gerais (amplas e inclusivas) a fim de se chegar a conceitos mais específicos (inclusivos), estabelecendo aí um processo de diferenciação progressiva (Ausubel, 1980).

Maldaner e Piedade (1995) indicam que "os significados das palavras seriam negociados com os alunos enquanto eles estivessem em contato com o fenômeno em questão. Esses significados se modificariam no decorrer das aulas até se tornarem conceitos químicos com algum significado mais estável, embora devessem receber muitos outros significados ainda, durante a formação química".

Os dados coletados neste trabalho apontam características positivas a serem incorporadas no desenvolvimento das atividades experimentais, como a inserção do diálogo em sala de aula como modo de favorecer a explicitação do conhecimento e

construção de argumentos validados no grupo na interlocuação teórico-prática. A explicitação do conhecimento de cada um dos participantes do grupo proporciona a emergência das teorias pessoais. A construção de argumentos é favorecida pela discussão das teorias pessoais do grupo e, nessa perspectiva, o trabalho em grupo pode desempenhar um papel essencial, colaborando para autonomia do coletivo e para socialização dos alunos.

Ao findar este trabalho, parece-nos claro que é muito importante para o professor procurar entender as bases epistemológicas do conhecimento, assim como a reflexão crítica dos modelos de ensino e de aprendizagem. É necessário que os professores reflitam sobre suas práticas, configurando-as como objeto de pesquisa (Rosa, 1996)..

A partir do redimensionamento da ação do professor, parece configurar-se um quadro mais eficiente no que se refere aos projetos que objetivam a melhoria da qualidade de ensino dentro da sala de aula de modo a levar o professor a refletir e redimensionar sua prática em termos teóricos-metodológicos.

REFERÊNCIAS

Referências

AUSUBEL, D. P. **Psicologia educativa**: um ponto de vista cognitivo. Mexico, DF: Trillas, 1976.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. **Psicologia educacional interamericana**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ARNONI, M. E. B. et al. **Mediação dialética na educação escolar**: teoria e prática. São Paulo: Loyola, 2007.

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.

BERNARDELLI, M. S. Encantar para ensinar – um procedimento alternativo para o ensino de química. In: CONVENÇÃO BRASIL LATINO AMÉRICA, CONGRESSO BRASILEIRO, e ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOTERAPIAS CORPORAIS, 9, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Centro Reichiano, 2004. 1-CD-Rom.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. **Evaluación del aprendizaje**. Buenos Aires: Troquel, 1975.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química - água, parte I e água parte II. Brasilia, DF, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química- pigmentos. Brasilia, DF, 1994. (Linhas, Formas e Cores).

BRASIL. Ministerio da Educação e Cultura. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasilia, DF, 20 de dez.1996.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: avaliação nacional do programa TV Escola. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: a vida reprodutiva das plantas. Brasilia, DF, 2007.

BRUNER, J. **Atos de significação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

BRUNER, J. **O processo da educação**. São Paulo: Edições 70, 1998.

BRUNER, J. **Sobre a teoria da instrução**. São Paulo: Editora Ph, 2006.

CAMPOS, M. (Coord.). **Subsídeos para a implementação da proposta curricular de química para o segundo grau**. São Paulo: SE/CENP, 1978. 3 v.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Termodinâmica um ensino por investigação**. São Paulo: Ed. USP, 1999.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. De insetos, aromas e plantas. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 23 p. 309-315, mar./abr. 1986.

DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education***,* v. 11, p. 481-490, 1989. Special Issue.

DRIVER, R. et al. Construindo o conhecimento científico. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, maio 1999.

CAETANO, M. O uso de recursos pedagógicos como instrumentos mediadores no ensino e aprendizagem de astronomia nas séries iniciais no ensino fundamental. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2008, Curitiba. **Anais**... Belo Horizonte: UFMG, 2008.

ESPERIDIÃO, Y. M. **Química**: ensino médio 1º bimestre. São Paulo: SEE, 2008. Caderno do professor.

FARIA, W. **Mapas conceituais**: aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU, 1995. (Temas Básicos de Educação e Ensino).

FINI, M. I. (Coord.). **Proposta curricular do estado de São Paulo- quimica**. São Paulo: SEE, 2008.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia**: o cotidiano do professor**.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e transformações**: química para o 2º grau: livro do aluno: guia do professor- formação. São Paulo: Ed. USP,1993a.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA**. Interações e transformações**: livro de laboratório, modulos III e IV: quimica para o 2º grau – livro do aluno, guia do professor. São Paulo: Ed. USP,1993.

GUNSTONE, N. J. Metacognition and learning to teach. **International Journal of Science Education**, v.16, n. 5, p. 523-537, sept./oct. 1994.

GURGEL, C. M. A. Por um enfoque sócio-cultural da educação das ciências experimentais. **Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 13-24, 2003.

HARDWICKE, A. J. Using molecular models to teach chemistry. **School Science Review**, v. 77, n. 278, p. 59-64, Sept. 1995

JODELET, D. Representações sociais, um domínio em expansão. In: _____. **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2001. p. 17-44.

KRASILCHICK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan./mar. 2000.

LABORATÓRIO ETAPA. **Análise volumétrica**: acidimetria. São Paulo, 2004.

LIBÂNEO, J. C. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. **Educar**, n. 17, p. 153-176, 2001.

LIMA, M. R. **Experimentoteca de solos**: coleção de cores de solos (colorteca). Disponível em:<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.htlm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula da química. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 15-19, 1995.

MARCONDES, M. E. R. (Coord.). **Oficinas temáticas no ensino público**: formação continuada de professores/ Secretaria de Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo: SE/FDE, 2007.

MARTINS, J. C. **Vigotsky e o papel das interações sociais na sala de aula**: reconhecer e desvendar o mundo. Disponível em:
< http://www.crmariocovas.sp.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2008.

MEIRIEU, P. **Aprender...sim, mas como**? 7.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MELO, R. M. **Teoria de Ausubel**. Disponível em:
<http://www.xr.pro.br/Monografias/AUSUBEL. html>. Acesso em: 13 jul. 2007.

MONTES, I.; PRIETO, J. A.; GARCIA, M. Using molecular modeling in the organic chemistry couse for major. **Chemical Education**, v.7, p. 293-296, 2002.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. A.; NOVAK, J. D. Investigation em enseñanza de lãs ciências em la universidade de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordes metodológicos. **Enseñanza de las Ciências**, v. 6, n. 1, p. 13-18, 1988.

MORETTO, V. P. **Construtivismo, a produção do conhecimento em aula**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MORIN, E. **La metbode 3, la connaissance de la connaissance**. Paris: Seuil, 1986. p. 60.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7,

p. 30-34, maio 1998.

MURRIE, S. F. (Coord.). **Parametros currriculares nacionais do ensino médio** – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

NARCISO JUNIOR, J. N.; JORDÃO, M. P. **Escola e cidadania**: química. São Paulo: Editora do Brasil, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. G. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA NETO, A. S. et al. **Orientações educacionais complementares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasilia: MEC, 2006, v. 2.

OLIVEIRA, R. C.; FERREIRA, L. H. A experimentação no ensino de química sob o olhar de diferentes metodologias. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2007, São Carlos. **Anais**... São Carlos: UFSCar, 2007. v. 3, p. 1527.

PÉREZ, G. D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un exemplo ilustrativo. **Enseãnanza de las Ciências**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artemed, 2000.

PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R . (Coord). Estudando o equilíbrio ácido-base: extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química Nova na Escola,** n. 1, p. 32-33, maio 1995.

PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R. (Coord.). Experiências do solo. **Química Nova na Escola,** n. 8, p. 39-40, nov. 1998.

RAPOSO, N. A teoria de Bruner e as suas implicações pedagógicas. In: _____**Estudos de psicopedagogia**. Coimbra: Coimbra, 1995. Cap. 2.

REGO, T. C. **Vygotsky, uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 11. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

ROSA, M. I. F. P. S. **A evolução das idéias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre transformação química em um processo de ensino construtivista**. 1996, 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

ROSSO, J. A.; MENDES SOBRINHO, J. A. C. O senso comum, a ciência e o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n.3, set. 1997.

SÁ, L. P.; QUEIROS, S. L. **Argumentação no ensino superior de química**: reflexões a partir das interações estabelecidas em sala de aula. São Carlos: Ed. UFSCar, 2007.

SANTOS, B. de S. **Introdução a uma Ciência**. Porto: Pós- Moderna, 1989.

SANTOS, W. L. SOUZA, G. (Coord.) **Modelo de partículas e poluição atmosférica**: módulo 2, ensino médio. São Paulo: Nova Geração, 2003.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de química**: 2º grau. 3. ed. São Paulo, 1992.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Química**: 2º grau. São Paulo, 1994. v. 2.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática**: problema da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. Campinas: Autores Associados, 1994.

SHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de química e a importância da química nova na escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54, nov. 2004.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007.144 f.Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, M. E. C. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 15. 1997, Burgos. **Anais**... Espanha, 1997.

SOUZA, A. M. M. et al. **A mediação como princípio educacional**: bases teóricas da abordagem de Reuven Feuerstein. São Paulo: Senac, 2004.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. In: REUNIÃO ATUAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 28., 2005,.João Pessoa. **Anais**...João Pessoa, 2005

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. 2000. 278 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)- . Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

TERRAZAN, E. A. et al. Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 3., 2000, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre, 2000.

TIBA, I. **Disciplina**: limite na medida certa. São Paulo: Gente, 1996.

VASNIZI, R. **A visão dos professores sobre as atividades experimentais no desenvolvimento de competências em física**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Modalidade Física e Química) – Interunidades em Ensino de Ciências Modalidade Física e Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 1988.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WAAL, P.; TELLES, M. **O uso da hipermídia no ensino de física**: possibilidades de uma aprendizagem significativa. 2004. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-. Setor Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). **Ensino de ciências**: fundamentos e abordagens. Piracicaba: Ed. UNIMEP, 2000.

ANEXOS

Dos Roteiros e das Atividades (dispositivos didáticos)

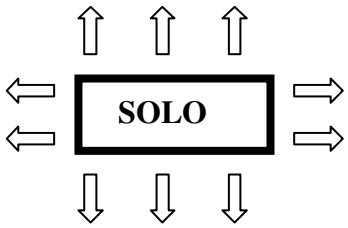
Roteiros e atividades

ANEXO -1-

1º ANO DO ENSINO MÉDIO

EXPERIÊNCIAS SOBRE SOLO

Chuva de Idéias



Pigmentos do solo e pintura de telas: "Solte sua imaginação" (Interface com Artes)

A) Trazer para o laboratório amostras de diferentes tipos de solo.
B) Colocar uma colher de cada um dos solos em diferentes béqueres ou copos.
C) Adicionar água destilada em cada béquer.
D) Filtrar a mistura.
E) Evaporar o filtrado e raspar o resíduo resultante.
F) Observar a coloração do pigmento obtido. Anotar.
G) Adicionar o verniz em quantidade suficiente e misturar bem (produção de tintas com os pigmentos obtidos).
H) Com as tintas produzidas, expressar sua criatividade produzindo telas.

(Para casa)

Utilizando-se de vários tipos de fontes, faça uma pesquisa sobre os diferentes tipos de solo. Expor em cartazes para os demais colegas.

Experimentação com solo . (Química Nova na Escola ,1988)

A formação do solo pela natureza leva milhares de anos. As rochas, expostas à ação do sol, dos ventos, da chuva, com o passar do tempo vão se fragmentando e se transformando em outros materiais, como pedra, argila e areia. Da mesma forma e ainda pela ação de microorganismos, restos de animais, vegetais vão sofrendo decomposição, formando o húmus, ou seja, a matéria orgânica presente no solo.

Os solos são formados por quatro elementos principais: os minerais, a matéria orgânica, água e o ar. Estão presentes ainda muitos microorganismos importantes na preservação e na

fertilidade do solo. O solo destinado à agricultura corresponde a uma camada de 20 a 40 cm de espessura. A produtividade agrícola depende das características dessa camada, afetada por fatores como temperatura, acidez ou alcalinidade, facilidade de infiltração de água, estrutura e presença de microorganismos.

Verificação da condutibilidade elétrica dos solos

A água existente no solo dissolve os minerais solúveis e dessa maneira torna-os disponíveis para as plantas. Podemos evidenciar a presença de minerais solúveis em água no solo mediante medidas de condutibilidade elétrica.

Material

- água destilada
- Amostra de solo (colete o solo em um recipiente limpo e seco, evitando solo recém-fertilizado)
- Um acolher (de chás) de plástico
- Sistema para aquecimento (lamparina ou bico de gás, tripé com tela refratária)
- 1 béquer de 100 mL
- 1 sistema elétrico para medir a condutibilidade (vide figura 1) com lâmpadas de diferentes potências (lâmpada de néon, de 5 e 25 W, por exemplo)

Procedimento

1-) Coloque água no béquer até metade de sua capacidade (cerca de 50 mL) e, utilizando o sistema, meça a condutibilidade elétrica, introduzindo os fios desencapados do aparelho na água.

2-) Meça novamente, desrosqueando as lâmpadas uma a uma.

3-) Aqueça a água até próximo à ebulição e meça a condutibilidade da água aquecida.

4-) A seguir, adicione quatro colheres da amostra de solo e misture bem. Aqueça por mais um ou dois minutos.
5-) Retire do fogo e teste a condutibilidade da solução resultante.

6-) Caso nenhuma das lâmpadas acenda, desrosqueie a de menor potencia e observe.

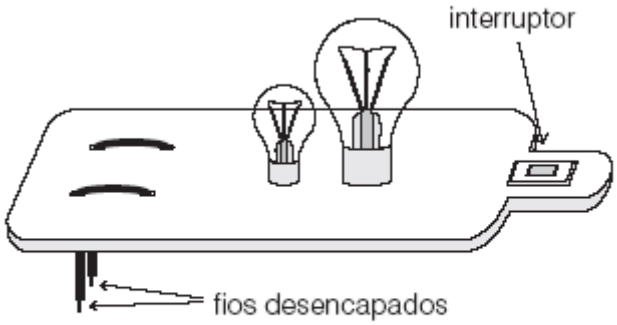


Figura 1: Aparelho de condutibilidade.

Questões Propostas

1-) O solo seria condutor de corrente elétrica?

2-) Por que mistura-se a água com o solo? Temos uma mistura homogênea ou heterogênea? Explique sua resposta. Desenhe o que foi observado.

3-) A solução resultante (água + solo) apresenta condutibilidade elétrica maior ou menor do que a da água destilada? Discuta com o grupo e escreva a sua resposta.

ANEXO -2-

COMO EXPLICAR QUE A MATÉRIA POSSA PRODUZIR, CONDUZIR E CONSUMIR A CORRENTE ELÉTRICA

Desde há muito tempo, o homem observa fatos que indicam existir relação entre a matéria e o que hoje chamamos eletricidade.

Atribui-se a Tales de Mileto (640-546 a.C.) a observação de que o âmbar, uma resina sólida amarelada, adquiria a propriedade de atrair corpos leves, após ter sido friccionado com um pedaço de tecido. Essa propriedade era explicada por esse pensador grego como manifestação da “alma” do âmbar. Mais de 2000 anos depois, o físico inglês Willian Gilbert (1544-1603) pesquisou outros materiais que adquirem a mesma propriedade do âmbar, quando atritados por uma flanela.

Como em grego elektron significa âmbar, Gilbert denominou os corpos que se comportam como o âmbar de elétricos; às substâncias que não conseguira eletrizar (metais), denominou-as de não-elétricas, conforme nos conta Isaac Asimov (Os Gênios da Humanidade, Bloch Editores, 1974).

Fatos como esses podem ser verificados, por exemplo, ao atritar-se uma régua de plástico em uma meia de náilon e aproximá-la de alguns pedacinhos de papel. Nestas condições os pedacinhos de papel são atraídos pela régua. Essa observação é um sinal que indica a manifestação de eletricidade no plástico e no tecido, pois ambos adquirem a propriedade de atração. Também quando os seus cabelos estão secos e você penteia, observe que estes são atraídos pelo pente, ou provocam-se "estalos luminosos".

Outros testes simples podem ser realizados utilizando-se bastões de diferentes materiais, como vidro e plástico.

Mantendo-se suspenso por um fio um bastão de vidro, atritado com um pedaço de flanela, observa-se que, aproximar-se dele um outro bastão de plástico, igualmente atritado, os bastões desses diferentes materiais se atraem. Essa atração é percebida através da leve movimentação do bastão der vidro suspenso no sentido do bastão de plástico. Entretanto, se ambos os bastões utilizados nos testes forem do mesmo material (ou de vidro, ou de plástico), observa-se repulsão em vez de atração.

Isto leva a conclusão de que objetos de mesmo material, quando eletrizados, se repelem e objetos de materiais diferentes, nas mesmas condições, se atraem. Os fatos indicam, então, que os materiais podem assumir eletricidades de diferentes.

Durante os séculos XVII e XIII foram elaboradas algumas idéias que buscavam explicar fenômenos relativos à manifestação da eletricidade. Entre 1747 e 1748, o físico americano Benjamim Franklin (1706-1790) atribuía a eletrização dos materiais ao excesso [eletricidade positiva (+)] ou à falta [eletricidade negativa (-)] de "um fluido elétrico" muito leve. Entretanto, outros estudiosos admitiam outras idéias. O físico inglês Robert Symmer, já em 1759, propunha a existência de dois "fluidos elétricos". Nos corpos não eletrizados – neutros – estes dois fluidos se apresentariam em igual quantidade; nos corpos eletrizados, um dos fluidos estaria em excesso em relação ao outro.

No final do século XVIII, também foram estudados outros fenômenos que envolviam eletricidade, como a descarga elétrica observada em certo tipo de peixe (poraquê), já há muito conhecida dos nativos da África e da América do Sul.

Esse fenômeno atraia a atenção do fisiologista italiano Luigi Galvani, que se empenhou no estúdio do que denominou " eletricidade animal". Em seus experimentos, observou que os músculos das pernas das rãs, amarrados com fios de cobre se contraíam ao contato com superfícies de ferro.

Alessandro Volta, repetindo as experiências de Galvani, observou, entretanto, que as manifestações de eletricidade independiam da utilização de tecido animal. Também ocorriam quando os metais ferro e cobre eram mergulhados em solução de água e sal. Levando em conta essas observações, Volta idealizou a primeira pilha ou bateria elétrica, intercalando discos de cobre, feltro embebido em salmoura e zinco, produzindo corrente elétrica.

Na pilha de Volta, bem como na pilha montada no experimento e naquelas que utilizamos em aparelhos, como rádios, gravadores, lanternas, observa-se que a produção de corrente elétrica está relacionada a transformações químicas dos materiais envolvidos. Por outro lado, observa-se também que a corrente elétrica pode provocar transformações químicas. É o que acontece nos processos de eletrodeposição, estudados especialmente por Faraday, por volta de 1833. Esses processos são

utilizados na galvanoplastia, que consiste na aplicação de películas decorativas ou de proteção sobre a superfície de objetos, como maçanetas de portas, aros de bicicletas e objetos de adorno.

Os processos de eletrodeposição são exemplos de transformações químicas denominadas eletrólises – decomposição de substâncias através da passagem de corrente elétrica. As primeiras eletrólises foram realizadas utilizando-se pilhas semelhantes à de Volta como fonte de corrente elétrica. Assim, já em 1800, ano em que Volta apresentava a pilha às Real Sociedade de Londres, os estudiosos W. Nicholson e A. Carlisle realizaram pela primeira vez a eletrólise da água. A utilização da eletrólise possibilitou, também, a descoberta de novos elementos, por exemplo, os metais sódio e potássio por H. Davy em 1807, a partir, respectivamente, da eletrólise da soda cáustica (hidróxido de sódio) e da potassa cáustica (hidróxido de potássio) fundidas.

A observação de relações entre transformações químicas e energia elétrica levou à elaboração de explicações para esses fenômenos.

A observação de que nas eletrólises a formação dos produtos da decomposição ocorria em locais distintos do recipiente – correspondentes às extremidades (ou pólos) da pilha – levou à idéia de que essas decomposições seriam devidas a forças de atração e repulsão elétricas. Um pólo, que teria eletricidade negativa, atrairia o hidrogênio e os metais, e repeliria o oxigênio e as "substâncias ácidas". O outro – pólo positivo – atrairia o oxigênio e as "substâncias ácidas" e repeliria o hidrogênio e os metais. Essas forças de atração e repulsão seriam suficientes para separar, por exemplo, partículas de água em hidrogênio, que se formaria no pólo positivo.

Desse modo, os estudos sobre a eletricidade da matéria e seu envolvimento com as transformações químicas, as evidências experimentais e as idéias dos primeiros estudiosos, sobre a relação entre transformações da matéria e eletricidade, contribuíram para elaborar novas ideais sobre a constituição da matéria.

Assim, nas pilhas, as transformações dos materiais se associam à produção de corrente elétrica – movimento de cargas elétricas. Essa liberação e movimentação de cargas elétricas pressupõem que a matéria, como pode "armazenar" calor, possa também, "armazenar" eletricidade, que se manifesta na forma de corrente elétrica. Dessa forma, para explicar as transformações observadas nas pilhas, deve-se admitir que as partículas que constituem a matéria possam apresentar cargas elétricas, e possam se movimentar.

No entanto, para admitir essa suposição, é necessário rever mais uma vez as idéias de Dalton, pois nelas não há referências à possibilidade de os átomos serem portadores de cargas elétricas. Para isso, deve-se aprofundar o estudo das manifestações da eletricidade relacionadas à matéria e às suas transformações.

Uma dessas observações é observada ao se considerar a propriedade de conduzir corrente elétrica – condutibilidade -, que é diferente para diferentes materiais. Os metais, por exemplo, têm alta condutibilidade, são bons condutores de eletricidade. Por outro lado, os plásticos por apresentarem baixa condutibilidade, são considerados "isolantes". Há, ainda, outros materiais que conduzem a corrente elétrica apenas em determinadas condições, como o ácido sulfúrico utilizado nas baterias dos automóveis, que sé é condutor quando dissolvido em água.

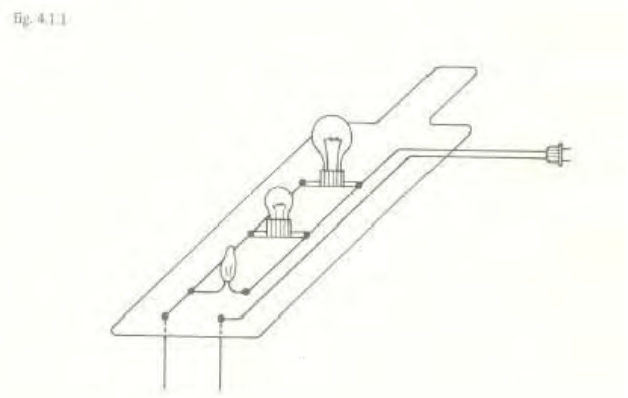
A partir de dados sobre a condutibilidade elétrica de diferentes materiais, que serão observados no experimento que se segue, será possível levantar algumas questões, que permitirão refletir sobre a constituição da matéria e transformar as idéias de Dalton.

ANEXO -3-

CONDUTORES E ISOLANTES

1. Introdução

Nesta atividade serão realizadas observações a respeito da condutibilidade de diferentes materiais. Para isto será utilizado o dispositivo esquematizado na figura 4.1.1, constituído de um circuito interrompido entre os eletrodos – um circuito aberto. Dessa forma, para que qualquer das lâmpadas acenda, deve haver entre os eletrodos um material capaz de conduzir corrente elétrica, fechando, assim, o circuito.



2. Material

- lâminas de ferro e de alumínio
- taco de madeira
- 3 placas de Petri, ou vidros de relógio, ou pratinhos
- 1 colher de chá para medida
- 6 béqueres ou frascos pequenos de boca larga (do tipo “potinho de sopa para bebês”)
- 3 bastões de vidro
- 1 cápsula de porcelana
- etiquetas ou fita crepe
- 1 bico de bunsen
- esponja de aço
- 1 tripé
- 1 pinça
- 1 triângulo
- Ácido acético glacial
- Álcool

- Solução aquosa de sal
- Solução aquosa de açúcar
- Solução aquosa de hidróxido de sódio
- Solução aquosa de sulfato de cobre
- Solução aquosa de ácido acético
- Cloreto de sódio sólido
- Sulfato de cobre sólido
- Açúcar
- Hidróxido de sódio em pastilhas
- Dispositivo de teste

3. Procedimento

- Reproduza em seu caderno a tabela abaixo. Anote os resultados utilizando a seguinte representação: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte.

Tabela 4.1.1

Material	2,5 W	5W	100 W	Outras observações
Dispositivo				
Dispositivo com outros eletrodos unidos				
Alumínio				
Madeira				
Cloreto de sódio (NaCl)				
Sacarose (sólido) $C_{12}H_{22}O_{11}$)				
Sulfato de cobre (sólido) $CuSO_4$				
Hidróxido de sódio (sólido) (NaOH)				
Hidróxido de sódio (líquido) (NaOH)				
Ácido acético				

glacial				
Álcool				
Água destilada				
Cloreto de sódio + água				
Sacarose + água				
Sulfato de cobre + água				
Hidróxido de sódio + água				
Ácido acético + água				
Álcool + água				

CUIDADO: Não toque nos dois eletrodos simultaneamente quando o dispositivo de teste estiver ligado à tomada.

- Sempre que for limpar os eletrodos, desligue os dispositivo da tomada.
- Durante os testes, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura.
- Em primeiro lugar, lixe com a espoja de aço os fios de cobre (eletrodos) do dispositivo.
- Ligue o dispositivo à tomada. Observe o que acontece.
- Com o dispositivo desligado, encoste as pontas dos eletrodos entre si e em seguida ligue-o à tomada. Anote suas observações na tabela.
- Desligue o dispositivo e desconecte os eletrodos.
- Coloque os eletrodos em contato com as amostras de ferro, de alumínio e de madeira. Anote suas observações. (Cuidado: não toque nos metais enquanto estes estiverem em contato com o dispositivo).
- Coloque, em placas de Petri, quantidades equivalentes a uma colher de chá dos sólidos cloreto de sódio, sulfato de cobre e açúcar.
- Coloque os eletrodos em contato com um dos materiais. Observe e anote.
- (*) A seguir, coloque, numa cápsula de porcelana, cerca de 2 g (20 pastilhas) de hidróxido de sódio, e coloque os eletrodos em contato com ele. Anote suas observações na tabela.
- (*) Em seguida, aqueça-o suavemente na chama do bico de BUNSEN. Aguarde a fusão total do sólido e coloque os eletrodos em contato com o hidróxido de sódio líquido. Anote as observações.
- (*) Introduza os eletrodos do dispositivo até o fundo de uma placa de Petri contendo ácido acético glacial. Em seguida, desligue dos soquetes a lâmpada maior (100 W), depois a média (5 W). Anote suas observações.
- Repita o mesmo procedimento descrito no item anterior utilizando água destilada e, em seguida, álcool. Anote.

- Repita ainda para o cloreto de sódio, açúcar, sulfato de cobre, hidróxido de sódio, ácido acético e álcool, dissolvidos em água. Anote suas observações na tabela.

(*) Testes a serem realizados pelo professor.

4. Conclusões

1. Classifique os materiais testados como condutores ou mau condutores (isolantes).
2. Quando você ligou o dispositivo de teste à tomada, o que aconteceu? E quando os eletrodos de cobre foram unidos? Como você classificaria este metal?
3. Levando em conta as observações, e lembrando que os fios elétricos, bem como os cabos das ferramentas utilizadas pelos eletricistas, são revestidos de plástico, como você classificaria este material?
4. Cite algumas observações realizadas em sua vida diária que indiquem que borracha é isolante.
5. Os materiais considerados como condutores conduzem a corrente elétrica com a mesma intensidade? Explique sua resposta.
6. 6. Entre os materiais testados no experimento há algum que possa ser classificado ao mesmo tempo como condutor e como isolante? Explique sua resposta.
7. Considerando as observações da tabela agrupe os materiais testados de acordo com as situações nas quais eles são condutores de eletricidade.

Para observar as manifestações da condução da energia elétrica associada a materiais, são necessários instrumentos que sejam capazes de detectar o fenômeno. Nesta atividade experimental utilizou-se um dispositivo em que a condutividade elétrica foi observada na forma de luz e calor nas lâmpadas.

Analisando os dados coletados, você pode concluir que, no estado sólido, alguns materiais, como a madeira, são isolantes e outros, como alumínio, são condutores.

Considerando a corrente elétrica como movimento de cargas elétricas, pode-se supor que os materiais condutores sejam constituídos por cargas elétricas possíveis de se movimentarem. Por outro lado, em relação aos isolantes, pode-se pensar em pelo menos duas concepções. É possível supor que os isolantes não sejam constituídos de cargas elétricas. Mas, também, que eles sejam constituídos de cargas elétricas organizadas de forma a não se movimentarem para a condução de corrente elétrica.

Levando isso em conta, percebe-se que, para compreender por que os materiais são condutores e isolantes, deve-se aprofundar o conhecimento sobre as partículas e sobre a forma como elas são organizadas nos diferentes materiais. Nesse sentido, a reflexão sobre os fatos observados no experimento pode conduzir a questão cuja discussão leve a maior entendimento sobre a constituição da matéria.

5. Questões

Analisando os dados coletados no experimento e registrados na tabela, você teve condições de responder em que situações alguns materiais podem ser condutores ou não.

- Você verificou que sólidos isolantes, por exemplo o hidróxido de sódio, conduzem corrente elétrica quando no estado líquido. Entretanto, há substâncias que não a conduzem mesmo no estado líquido. Como compreender que alguns líquidos sejam condutores e outros não?
- Por outro lado, muitas substâncias que são isolantes conduzem a corrente elétrica quando dissolvidas em água. Como explicar a condutividade dessas soluções?
- Ao realizar o experimento, seguindo as recomendações de limpar os eletrodos do dispositivo a cada novo teste, você deve ter observado que os eletrodos escureceram. Isso indica que possa ter ocorrido transformações com a passagem da corrente elétrica nos materiais?

As respostas a essas questões serão procuradas através da realização das atividades seguintes, nas quais também serão consideradas novas idéias sobre a constituição da matéria.

COMO COMPREENDER QUE ALGUNS LÍQUIDOS SEJAM CONDUTORES E OUTROS NÃO?

No experimento, você observou que, embora não conduza corrente elétrica no estado sólido, o hidróxido de sódio fundido (estado líquido) é condutor. Além do hidróxido de sódio, muitas outras substâncias, por exemplo, o sulfato de cobre e o cloreto de sódio, também se comportam desse modo. Ao passo que substâncias como o álcool e o ácido acético glacial não conduzem corrente elétrica no estado líquido. E, ainda, outras substâncias, como a água destilada, apresentam condutividade muito baixa.

Para analisar e procurar explicações para a condutibilidade de líquidos, pode-se iniciar considerando as idéias que temos utilizado sobre a constituição da matéria e sobre a organização das partículas nos diferentes estados físicos.

1. Como você imagina a organização e o movimento das partículas no estado sólido? E no estado líquido? Represente através de desenhos.
2. Levando em conta as observações realizadas sobre a condutibilidade do hidróxido de sódio nos estados sólido e líquido, seria possível relacionar a condutibilidade elétrica a liberdade de movimento das partículas? Explique sua resposta.
3. Considerando a corrente elétrica como movimento de cargas elétricas, como você imagina as partículas de hidróxido de sódio no estado líquido? Represente através de desenhos.

Para responder a esta questão deve-se supor que o hidróxido de sódio no estado líquido seja constituído por partículas carregadas e em movimento. Entretanto há diferentes formas de se imaginar essas partículas carregadas. Uma idéia a ser considerada é a de que algumas partículas NaOH tenham carga positiva e outras, em igual número, tenham carga negativa. A partir disso seria

possível explicar a neutralidade elétrica da substância hidróxido de sódio e sua condutividade no estado líquido. Mas essa idéia mostra-se inadequada, tanto por pressupor a existência de partículas diferentes da mesma substância, como por não ser suficiente para explicar, por exemplo, as observações realizadas pela primeira vez por H. Dvy sobre a eletrólise do hidróxido de sódio fundido, ou seja, a formação de sódio metálico no pólo negativo e de oxigênio no pólo positivo. Seriam obtidas partículas de hidróxido de sódio descarregadas.

Entretanto, dentre as diferentes possibilidades, a idéia que se mostrou compatível com a explicação de grande variedade de fatos experimentais é a de que as partículas de hidróxido de sódio sejam constituídas por átomos, ou por grupos de átomos carregados positiva ou negativamente e mantidos juntos por atração elétrica. Levando em conta essa suposição, as observações acerca da eletrólise do hidróxido de sódio seriam explicadas, admitindo-se que cada partícula NaOH fosse formada por um átomo de sódio carregado positivamente (Na^+), o que explicaria sua atração e descarga pelo pólo negativo, e por um grupo de átomos OH carregados negativamente (OH^-), que, assim, seria atraído e descarregado pelo pólo positivo na eletrólise.

4. Considerando essa suposição, represente, através de desenhos, a organização e o movimento das partículas que constituem o hidróxido de sódio no estado líquido.
5. Ainda considerando essa suposição e lembrando que cargas de sinais opostos se atraem, e de mesmo sinal se repelem, como você imagina a organização das partículas que constituem o hidróxido de sódio no estado sólido? Represente através de desenhos.
6. As representações que você propôs explicam que o hidróxido de sódio (assim como muitas outras substâncias) não conduza corrente elétrica no estado sólido, mas conduza quando no estado líquido? Explique sua resposta.
7. Sabendo que na eletrólise do cloreto de sódio fundido observa-se a formação de sódio metálico no pólo negativo, represente, através de desenhos, a organização e o movimento das partículas que constituem o cloreto de sódio no estado líquido e também no estado sólido. As representações propostas explicam o comportamento dessa substância em relação à condutividade elétrica?

A idéia de que substâncias condutoras de corrente elétrica no estado líquido sejam constituídas de átomos, ou grupos de átomos, carregados positiva ou negativamente pode ser utilizada para explicar as observações relativas à condutividade quanto as que dizem respeito à eletrólise.

Os átomos ou grupos de átomos, eletricamente carregados são denominados íons. Os íons carregados positivamente e que, portanto, são atraídos pelo pólo negativo (cátodo), na eletrólise, recebem o nome de cátions. Os íons carregados negativamente são denominados ânions. O cloreto de sódio, no estado sólido, seriam constituídos por cátions Na^+ e ânions Cl^-, que se atraem fortemente. No estado líquido, esses íons estariam livres para se movimentarem, podendo conduzir corrente elétrica.

Entretanto, existem substâncias, como o etanol e o ácido acético glacial, que não conduzem corrente elétrica mesmo no estado líquido, o que indica que as partículas dessas substâncias não sejam íons.

8. Levando em conta essa consideração, represente, através de desenhos, a organização e o movimento das partículas que constituem o etanol, nos estados sólido e líquido,.

Conclusões

Ao se considerar as observações acerca da condutibilidade elétrica e os produtos da eletrólise de substâncias nos estados sólido e líquido, percebe-se que as idéias sobre organização e movimento de partículas, propostas por Dalton, nos auxiliam a elaborar explicações para os fatos considerados. Entretanto, na busca dessas explicações foi necessário modificar idéias relativas à natureza das partículas, ao admitir-se que essas possam ser portadoras de cargas elétricas, ou seja, ao admitir-se a existência de íons.

ANEXO -4-

APROFUNDANDO O CONHECIMENTO SOBRE AS SOLUÇÕES AQUOSAS

1. Introdução

Ao dissolver as substâncias cloreto de sódio e açúcar em água, você obteve soluções aquosas desses solutos. Embora essas soluções sejam semelhantes quanto ao aspecto, diferem quanto ao comportamento relativo à condução de corrente elétrica. Assim podemos distinguir uma solução de outra através da condutibilidade: a solução de cloreto de sódio é condutora, a de açúcar não. Outras soluções foram preparadas, usando outros solutos, e fatos semelhantes fora[m observados. Entretanto, pôde-se observar que solutos como o cloreto de sódio, sulfato de cobre e hidróxido de sódio não conduziram corrente elétrica quando sólidos. O mesmo se observou com o ácido acético glacial, que, sendo um líquido, também não conduziu corrente elétrica.

O que teria ocorrido na dissolução destes materiais a ponto de suas soluções serem condutoras?

Em busca da resposta para essa questão, vamos realizar e analisar mais algumas observações sobre a dissolução de substâncias e sobre a condutibilidade das soluções resultantes.

2. Material

- 3 dispositivos de teste
- 5 béqueres de vidro
- 3 bastões de vidro
- água destilada
- ácido acético glacial
- hidróxido de sódio
- cloreto de sódio
- sulfato de cobre
- açúcar

3.Procedimento

- Reproduza em seu caderno a tabela abaixo. Para os dados utilize a seguinte notação: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte.

Tabela 4.3.1

Material	Observação das lâmpadas 2,5W 5W 10W	Outras observações
Hidróxido de sódio em água início após agitação		
Acido acético em água início após agitação		
Cloreto de sódio em água início após agitação		
Sulfato de cobre em água início após agitação		
Açúcar na água início após agitação		
Solução de sulfato de cobre após a adição de mais 0,75 g (cerca de 1 g)		

- Coloque em um béquer 100 mL de água destilada. Utilizando o mesmo dispositivo empregando no experimento anterior, introduza os eletrodos na água e adicione uma pastilha de hidróxido de sódio. Agite com um bastão de vidro, até dissolver o sólido. Anote suas observações na tabela.
- Desligue o dispositivo de teste da tomada, limpe os eletrodos e em seguida ligue-o novamente na tomada.
- Num outro béquer de 100 mL, coloque 50 mL de água destilada, introduza os eletrodos na água e a seguir vá gotejando o ácido acético glacial. Anote as observações.
- Rotule 3 béqueres limpos com os nomes dos materiais cloreto de sódio, sulfato de cobre e açúcar, respectivamente. Use etiquetas ou fita crepe.
- Coloque em cada béquer 100 mL de água destilada.
- Ajuste as lâmpadas aos soquetes de cada dispositivo, ligue-os às tomadas e introduza os eletrodos de cada dispositivo nos respectivos béqueres contendo água destilada. Deixe os cabos dos dispositivos apoiados sobe a mesa.
- Em seguida, com a ajuda de dois colegas, adicione simultaneamente 0,25 g de cada uma das substâncias fornecidas pelo professor nos respectivos béqueres. Aguarde cerca de 3 minutos sem agitar. Anote suas observações.
- A seguir, com o auxílio de bastões de vidro, agite cada uma das soluções. Anote as observações.
- Desligue as lâmpadas maiores do dispositivo que está na solução de açúcar. Anote.

- Com os eletrodos ainda imersos nas soluções de cloreto de sódio e sulfato de cobre, adicione à solução de sulfato de cobre os 0,75 g dessa substância que restaram do ensaio anterior.
- Agite até a completa dissolução do sólido. Observe e compare as luminosidades.
- Retire os eletrodos das soluções, desligue os dispositivos das tomadas e limpe os eletrodos com papel absorvente.

4.Conclusões

Fatos observados neste experimento, confirmando o experimento anterior, indicam que algumas substâncias, quando dissolvidas em água, produzem soluções condutoras. As substâncias que apresentam esse comportamento são denominadas eletrólitos. Levando em conta a idéia de existência de íons como forma de se explicar a condutibilidade elétrica dos materiais, deve-se supor que nas soluções de eletrólitos existam íons. No entanto, entre as substâncias consideradas eletrólitos encontra-se, por exemplo, o ácido acético, que, por não conduzir corrente elétrica no estado líquido, foi considerado como não constituído de íons.

Neste experimento também se teve a oportunidade de observar as variações no grau de condutibilidade durante a dissolução de uma mesma substância em água, e de se comparar os graus de condutividade de diferentes soluções.

5.Questões

Com base nessas considerações podem-se levantar pelo menos duas questões, cuja discussão possibilita aprofundar o entendimento sobre a constituição das soluções e sobre a natureza de suas partículas.

- Como explicar que substâncias, não condutoras no estado líquido, possam conduzir corrente elétrica quando dissolvidas em água?
- Como relacionar composição e condutividade de soluções?

Para buscar resposta a estas questões vamos realizar as próximas atividades.

COMO SE EXPLICA A CONDUTIBILIDADE DE SOLUÇÕES?

Ao se considerar a idéia de as soluções conterem íons, deve-se pensar também sobre a origem desses íons. Eles já existiam nos solutos e foram liberados no momento da dissolução? Ou foram produzidos pela dissolução dos solutos, como resultado da interação soluto-solvente?

Para decidir qual das suposições é capaz de explicar os fatos observados, colocam –se as seguintes questões:

1.Considere a fraca condutibilidade elétrica da água, o fato do hidróxido de sódio sólido não ser condutor e que sua solução apresenta alta condutibilidade. O que se pode dizer sobre a presença de cargas elétricas na solução?

2. É possível comparar a fusão e a dissolução do hidróxido de sódio sólido em termos do "surgimento" de cargas elétricas e da liberdade de movimento?
3. Levando em conta suas respostas, pode-se relacionar o que ocorreu na fusão do hidróxido de sódio com o que ocorreu na dissolução em água?
4.No teste realizado com o açúcar em água, o efeito causado pelo açúcar foi igual ao causado pelo sólido cloreto de sódio em água? Explique sua resposta.
5.O ácido acético glacial, embora sendo líquido, não apresentou condutibilidade. No entanto, à medida que foi sendo adicionado à água, observou-se um aumento gradativo no grau de condutividade da solução. Neste caso, o que você pode dizer sobre o surgimento de cargas elétricas?
6.Como relacionar liberdade de movimento e natureza das cargas elétricas associadas às partículas que constituem os sólidos hidróxido de sódio e cloreto de sódio, considerando que eles não conduzem corrente elétrica quando sólidos (como se suas cargas fossem "presas") e passam a conduzi-la no estado dissolvido ou fundido?
7.Considerando suas respostas às questões anteriores, qual das suposições feitas sobre o surgimento das cargas explica melhor os fatos observados em relação à condutividade do cloreto de sódio e do ácido acético?

Conclusões

Nesta atividade utilizou-se a idéia de que a condutibilidade elétrica de certos materiais deve-se à presença de íons que se movimentam livremente.

Entre os materiais condutores existem soluções aquosas de certos solutos. Porém, nem todas as soluções aquosas são condutoras. A de açúcar não conduz corrente elétrica. Este fato indica que nessa solução não há íons livres.

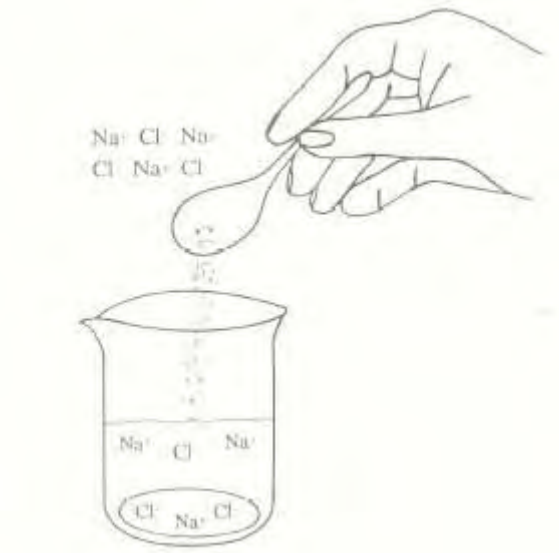
Por outro lado, o cloreto de sódio, o hidróxido de sódio e o sulfato de cobre são sólidos que, dissolvidos em água, fornecem soluções condutoras, o que leva à suposição de que nestas soluções existem íons livres em movimento. O fato de o hidróxido de sódio sólido não ser condutor, mas quando fundido passar a conduzir, nos leva a admitir que este sólido seja constituído por íons, conclusão esta válida para todos os outros sólidos que se comportam da mesma maneira. No estado sólido os íons estão "presos", por isso sólido não é condutor. Mas os íons podem, por dissolução ou por fusão, se separar e movimentar-se de forma independente.

Substâncias como o ácido acético glacial, embora no estado líquido, não conduzem corrente elétrica. Isto significa que não contêm íons. No entanto, quando dissolvidas em água, surgem íons, isto é, ocorre a ionização e as soluções passam a conduzir corrente elétrica.

O álcool comum, etanol, se comporta de maneira semelhante à solução aquosa de açúcar: o grau de condutibilidade na água não é aumentado quando o álcool nela se dissolve.

Concluindo, podemos dizer que a água pode interagir com os solutos de maneiras diferentes:
* Separando partículas não eletrizadas, gerando soluções não condutoras.

- Separando partículas eletrizadas – íons -, gerando soluções condutoras.



- Formando íons no momento da dissolução.

Sólidos como o cloreto de sódio, hidróxido de sódio e sulfato de cobre são chamados sólidos iônicos. Nestes, os íons são fortemente atraídos, não podendo se movimentar, impedindo assim a passagem da corrente elétrica. Com a dissolução, a água atua, separando e rodeando os íons, reduzindo a força de atração que os mantinha unidos, deixando-os "livres" e permitindo a sua movimentação no processo de condução da eletricidade e na eletrólise.

Estas idéias foram propostas, em 1880, pelo físico-químico sueco Svante Arrhenius (1859 – 1927).

Svante Arrhenius (1859-1927)

Considerando-as, pode-se admitir que, numa solução aquosa de um eletrólito, as partículas são cátions e ânions rodeadas por partículas de água. Assim pode-se representar a dissolução do hidróxido de sódio (NaOH) como

$NaOH\ (s) \rightarrow Na^{+}\ (aq) + OH^{-}\ (aq)$

Hidróxido de	cátion sódio	ânion hidróxido
Sódio sólido	em meio aquo-	em meio aquoso

so cercado de partículas de água

cercado de partículas de água

Dessa mesma forma, pode-se representar a dissolução dos demais eletrólitos, desde que saiba quais os íons que os constituem.

Assim, por exemplo, representa-se a dissolução do sulfato de cobre (II) através da equação:

$CuSO_4$ (s) → Cu^{2+} (aq) + SO_4^{2-} (aq)

Também neste caso provou-se experimentalmente que o ânion presente é a entidade SO_4^{2-}, sulfato, ou seja, um grupo de átomos formado por um átomo de enxofre e quatro átomos de oxigênio, aos quais estão associadas duas cargas negativas.

Sabe-se que o cobre forma cátions, pois, na eletrólise desse composto forma-se cobre metálico no pólo negativo. Além disso, nas eletrólises, os íons que contêm oxigênio geralmente são atraídos pelo pólo positivo, produzindo oxigênio gasoso.

Se o eletrólito for, por exemplo, o cloreto de magnésio ($MgCl_2$), sua dissolução em água será representada por:

$MgCl_2$ (s) → Mg^{2+} (aq) + 2 Cl^- (aq)

Note nessas representações que o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas.

A tabela que se segue apresenta os produtos obtidos no cátodo (pólo negativo) e no ânodo (pólo positivo) na eletrólise de algumas substâncias líquidas ou fundidas.

Tabela 4.4.1

Substância	Substância produzida no cátodo (pólo negativo)	Principal substância produzida no ânodo (pólo positivo)
Àcido sulfúrico (H_2SO_4)	Gás hidrogênio (H_2)	Gás Oxigênio (O_2)
Sulfato de sódio (Na_2SO_4)	Sódio metálico (Na)	O_2
Sulfato de cobre II ($CuSO_4$)	Cobre metálico (Cu)	O_2
Nitrato de prata ($AgNO_3$)	Prata metálica (Ag)	O_2
Nitrato de mercúrio (II) ($Hg(NO_3)_2$)	Mercúrio metálico (Hg)	O_2
Hidróxido de sódio (NaOH)	Sódio metálico (Na)	O_2
Cloreto de sódio (NaCl)	Sódio metálico (Na)	Gás cloro (Cl_2)
Iodeto de potássio	Potássio metálico (K)	Iodo (I_2)

A partir dos dados e também de outras evidências experimentais, pode-se identificar os íons que constituem as diferentes substâncias.

A tabela 4.4.2 mostra as representações e nomes de alguns íons.

Tabela 4.4.2 Representação e Nomenclatura de alguns íons

Ânions	
Cl^-	Cloreto
I^-	Iodeto
Br^-	Brometo
F^-	Fluoreto
OH^-	Hidróxido
NO_3^-	Nitrato
CN^-	Cianeto
$_2H_3O_2^-$ ou Ac	Acetato
O^{2-}	Óxido
S^{2-}	Sulfeto
SO_4^{2-}	Sulfato
SO_3^{2-}	Sulfito
CO_3^{2-}	Carbonato
PO_4^{3-}	fosfato
Cátions	
Na^+	Sódio
K^+	Potássio
Ag^+	Prata
NH_4^+	Amônio
Mg^{2+}	Magnésio
Ca^{2+}	Cálcio
Ba^{2+}	Bário
Mn^{2+}	Manganês
Fe^{2+}	Ferro (II)
Cu^{2+}	Cobre (II)
Hg^{2+}	Mercúrio (II)
Pb^{2+}	Chumbo (II)
Al^{3+}	Alumínio
Cr^{3+}	Crômio
Fe^{3+}	Ferro (III)

ANEXO -5-

ÍONS Fe^{3+} NO SOLO

Podemos também verificar a presença de compostos solúveis de ferro no solo. O elemento ferro é um micronutriente dos vegetais, estando relacionado à formação da clorofila. (Química Nova na Escola **Experimentos sobre solos** Nº 8, novembro 1988)

Material

- Solução de ácido clorídrico 3 mol/L (cerca de 22 mL)
- Solução de tiocianato de potássio ou de amônio 0,02 mol/L)
- Amostra de solo
- 1 béquer de 100 mL
- 1 erlenmeyer de 50 mL
- 2 tubos de ensaio
- 1 funil com suporte
- 1 proveta de 25 mL (ou algum utensílio doméstico como mamadeira, jarra graduada etc)
- papel filtro (ou coador de papel)
- 1 colher (de chá) de plástico
- 1 bastão de vidro (ou outro material que sirva para provocar agitação, como palito de madeira)
- 1 conta-gotas

Nessa prática aprenderemos, também, preparar soluções de ácido clorídrico (3 mol/L) e de tiocianato de potássio ou de amônio 0,02 mol/L.

Procedimento

1-) Coloque no béquer duas colheres de solo
2-) Adicione cerca de 20 mL da solução de ácido clorídrico e agite com o bastão de vidro por alguns minutos
3-) Coloque o papel-filtro no funil e monte um sistema para filtração
4-) Filtre a mistura, recolhendo o filtrado no erlenmeyer
5-) Adicione o filtrado a um dos tubos de ensaio até cerca de 2 cm de altura (mais ou menos 2 mL) e acrescente 5 gotas da solução de tiocianato de potássio (ou de amônio). Agite e observe.
6-) No outro tubo de ensaio, coloque a mesma quantidade de ácido clorídrico, adicione 5 gotas da solução de tiocianato de potássio, agite e observe.

Questões Propostas

1-) Esquematizar os passos e as operações que utilizou para preparar as soluções que utilizaram no experimento.

2-) Qual a principal evidência você detectou para indicar a presença de íons Fe^{3+} no solo?

pH do solo

A dissolução pela água de certos minerais, bem como o uso de alguns fertilizantes, podem tornar o solo ácido, o que prejudica o crescimento de alguns vegetais (soja, feijão, trigo) e diminui a ação de microorganismos presentes no solo. Pode ocorrer também de o solo tornar-se alcalino, principalmente em regiões áridas e com pouca chuva. Solos alcalinos podem ser prejudiciais ao crescimento das plantas. A "sarda da batatinha" é causada por uma bactéria que vive em solos alcalinos. Podemos determinar o pH do solo para que possa ser corrigido para melhor se adequar a uma dada cultura.(Química Nova na Escola **Experimentos sobre solos** Nº 8, novembro 1988)

O pH pode ser medido de diversas maneiras. Você pode usar substâncias chamadas *indicadores*, que mudam de cor com a variação do pH, ou aparelho chamado pHgâmetro.

ACIDEZ DO SOLO – EXPERIMENTAÇÃO

Dissemos que o pH do solo é uma das condições para que os nutrientes sejam mais bem absorvidos pelas plantas.

No entanto, apesar de a expressão "pH do solo" ser usada por agrônomos e outros especialistas da área, do ponto de vista químico seria mais apropriado dizer pH *de uma solução aquosa do solo*, já que o pH é uma grandeza usada para expressar a concentração de uma espécie química chamada "íon hidrogênio" (H^+) ou hidrônio (H_3O^+), como preferem alguns autores, quando ele se encontra "livre" (não ligado quimicamente a outras espécies químicas) nas soluções.

No solo, esse íon encontra-se "preso" (ligado quimicamente) a outras espécies químicas.

Então, como medir o pH do solo?

Formule algumas **hipóteses** para tentar descobrir como o pH do solo é determinado. Anote-as no espaço abaixo.

CONHECENDO O pH

O pH pode ser medido de diversas maneiras. Você pode usar substâncias chamadas *indicadores*, que mudam de cor com a variação do pH, ou um aparelho chamado *peagâmetro* (algumas vezes escrito pHgâmetro).

Agora você vai descobrir o pH de várias substâncias e produtos que tem em casa.

Para isso, será necessário fazer um suco de repolho roxo, que servirá como ***indicador*.** Depois será preciso construir uma escala de pH para comparar os resultados descobertos.

Suco de repolho roxo

1. Pique um repolho roxo em pedaços pequenos ou em tiras.
2. Em uma panela, coloque aproximadamente dois copos de água para ferver.
3. Quando a água começar a ferver, adicione o repolho picado er mantenha o fogo aceso por mais cinco minutos.
4. Coe numa peneira fina ou um tecido de algodão e deixe esfriar.
5. Está pronto o indicador. Se for prepara-lo com antecedência, guarde-o na geladeira.

Escala

Prepare as soluções que servirão de padrão, como indicado a seguir, usando pipetas para medir os volumes de 1 mL e 5 mL e proveta para o volume de 100 mL.

Importante: na impossibilidade de usar pipetas e proveta, podem ser usadas seringas, sem agulha, nos volumes correspondentes, desde que sejam novas, para evitar o risco de contaminação.

Solução A (pH 1): adicione 1 mL de ácido clorídrico ou muriático (facilmente encontrado em casas de materiais de construção) a 100 mL de água destilada ou água de chuva. Retire 5 mL e misture a outros 5 mL de suco de repolho.

Solução B (pH 3): misture 5 mL de água destilada ou de chuva a 5 mL de vinagre branco, com mais 5 mL de suco de repolho.

Solução C (pH 5): misture 5 mL de álcool a 5 mL de suco de repolho.

Solução D (pH 6): misture 5 mL de água destilada ou de chuva a 5 mL de suco de repolho.

Solução E (pH 9): misture uma gota de produto de limpeza à base amoníaco a 5 mL de água destilada, acrescido de 5 mL de suco de repolho.

Solução F (pH 11): misture 5 gotas de produtos de limpeza à base de amoníaco a 5 mL de água destilada, acrescido de 5 mL de suco de repolho roxo.

Solução G (pH 12): adicione uma pastilha ou lentilha de hidróxido de sódio, popularmente conhecido como soda cáustica, a 100 mL de água destilada ou de chuva. Retire 5 mL dessa solução e misture a 5 mL de suco de repolho roxo.

pH do solo

Material

- Amostra de solo
- indicador (suco de repolho roxo)
- Água destilada
- 2 tubos de ensaio
- 1 conta-gotas
- 1 colher (de chá) de plástico
- Sistema de aquecimento (lamparina ou bico de gás, tripé com tela refratária)
- 1 bastão de vidro (ou palito de madeira)

Procedimento

1-) Colete solo de uma horta ou pomar perto de sua casa ou da escola.

2-) Coloque um pouco de água destilada no béquer e aqueça até a ebulição
3-) Coloque em um tubo de ensaio uma amostra de solo, adicione água destilada ata a altura de 2 cm e agite bem.
4-) Espere sedimentar, retire com o conta-gotas o líquido sobrenadante, passando-o para outro tubo, e adicione algumas gotas do indicador (suco de repolho roxo) e compare a cor do líquido com uma das escalas abaixo (figura 2). Qual o pH de cada solo analisado?

Figura 2: Escala de pH para o repolho roxo.

Solo 1:_____
Solo 2:_____

3-) Qual a cor do indicador no caso de solo ácido?

4-) Qual a cor do indicador em meio básico?

Descobrindo o pH de vários produtos que você tem em casa ou na escola (Junior e Jordão, 2000)

Coloque 5 mL de suco de água destilada e 5 mL de suco de repolho roxo em dez copinhos de café ou béqueres . A cada um dos copinhos, adicione 5 gotas de um dos produtos ou alimentos a seguir:

- suco de laranja
- suco de limão
- leite de magnésia
- água de bateria
- xampu
- detergente
- refrigerante
- vinagre
- leite
- água com sabão

Compare com a escala de padrões.

Produto analisado	**pH encontrado com o suco**	**Cor obtida**	**Ácido, básico ou neutro?**
Suco de laranja			
Suco de limão			
Leite de magnésia			
Água de bateria			
xampu			
detergente			
refrigerante			
vinagre			
leite			
Água com sabão			

Meça novamente o pH dos produtos, só que agora utilizando *fitas de papel indicador universal* – um papel impregnado com indicadores especiais e que muda gradualmente de cor.

Para usar a fita, basta coloca-la no produto que você quer medir e em seguida compara-la com a escala de cores impressa na própria embalagem.

Produto analisado	**pH encontrado com a fita**	**Ácido, básico ou neutro?**
Suco de laranja		
Suco de limão		
Leite de magnésia		
Água de bateria		
xampu		
detergente		
refrigerante		
vinagre		
leite		
Água com sabão		

Questões Prévias ao experimento

1-) Qual a definição que você daria para material ***ácido***? Escreva com suas palavras.

2-) Escreva com suas palavras uma definição para material ***básico***. Discuta com seus colegas e escreva no espaço abaixo.

3-) O que você entende por material ***neutro***? Discuta com seus colegas e escreva no espaço abaixo.

4-) Formule algumas ***hipóteses*** para tentar descobrir como o **pH** do solo é determinado.

Corrigindo o pH do solo (Química Nova na Escola, 1998)

Para diminuir a acidez dos solos utiliza-se a calagem, que consiste em adicionar ao solo materiais calcáreos que contenham cálcio ou magnésio (calcários calcítico, dolomítico ou magnesiano).

Para diminuir a alcalinidade podem ser adicionados ao solo sulfato de ferro II, sulfato de alumínio ou gesso.

Material

- Conteúdo do tubo da experiência anterior (líquido sobrenandante da mistura solo e água)
- Carbonato de cálcio
- Sulfato de ferro II

Procedimento

1-) Se o pH do solo tiver sido menor que 6, adicione ao tubo uma pequena quantidade de carbonato de cálcio (uma pontinha da colher), agite vigorosamente e compare a cor com a escala correspondente ou adicione uma tira de papel de tornassol vermelho.

2-) Se o pH da amostra de solo tiver sido maior que 7, adicione uma pequena quantidade de sulfato de ferro II (uma pontinha de colher), agite vigorosamente e compare a cor com a escala correspondente ou adicione uma tira do papel indicador universal ou de tornassol azul.

O carbonato de cálcio ao ser adicionado ao solo, pode reagir dos seguintes modos:

$$CaCO_3(s) + 2H^+(aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$$

As espécies CO_3^{2-} (aq), OH^- (aq) e HCO_3^- (aq) formadas podem reagir com H^+ (aq) do solo ácido, diminuindo a acidez.

O sulfato de ferro diminui a alcalinidade, interagindo com os íons OH^-:

$$FeSO_4(s) + 2OH^-(aq) \rightleftharpoons Fe(OH)_2(s) + SO_4^{2-}(aq)$$

Em presença de ar o $Fe(OH)_2$ oxida rapidamente:

$$4Fe(OH)_2(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3(s)$$

ANEXO -6-

O SOLO

A cor é considerada, por muitos pedólogos (profissionais que estudam o solo), um dos atributos morfológicos mais importantes. Os solos podem apresentar cores variadas, tais como preto, vermelho, amarelo, acinzentado, etc. Essa variação irá depender do material de origem como também de sua posição na paisagem, conteúdo de matéria orgânica, e mineralogia, dentre outros fatores. Uma análise superficial poderia considerar que cor do solo apresenta pouca relevância do ponto de vista prático. As plantas, de modo geral, não terão seu desenvolvimento afetado exclusivamente pela cor do solo, embora os solos mais escuros possam se aquecer mais rapidamente, favorecendo o desenvolvimento das raízes em regiões mais frias.

A cor tem grande importância no momento de diferenciar os horizontes dentro de um perfil e auxiliar a classificação dos solos.

Para a determinação das cores a campo, o método mais empregado pelos pedólogos é a comparação de uma amostra de solo com a referência padronizada, que é a carta de cores de Munsell. Em sala de aula raramente teremos a oportunidade de utilizar a carta de cores de Munsell. No entanto, isto não impede que possamos observar as cores de diferentes solos.

Escala de cores de Munsell

EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA NA COR DO SOLO

Quanto mais material orgânico, mais escuro é o solo, o que pode indicar boas condições de fertilidade e grande atividade microbiana. Porém, excessiva quantidade de matéria orgânica pode indicar condições desfavoráveis à decomposição da mesma, como temperatura muito baixa, baixa disponibilidade de nutrientes, falta de oxigênio, e outros fatores que inibam a atividade dos microorganismos do solo.

Deve-se evitar o senso comum de que todo solo escuro (popularmente conhecido como "terra preta") é fértil. Muitos solos escuros apresentam fertilidade natural muito baixa. Também deve ser evitada a idéia de que todo solo escuro é orgânico. O horizonte A do solo é escuro, porém predominam os minerais.

Ao se observar um solo, poderemos perceber que a parte superior do solo (horizonte A) normalmente é mais escura. Este horizonte é o que mais recebe matéria orgânica fresca, proveniente

dos animais e vegetais que estão no interior ou sobre o solo. Os demais horizontes minerais do solo, também apresentam matéria orgânica, porém em menor proporção. Por este motivo, os horizontes B e C normalmente são mais claros que o horizonte A.

Solo rico em matéria orgânica

EFEITO DOS MINERAIS NA COR DO SOLO

As diferenças entre as cores mais avermelhadas ou amareladas dos solos estão freqüentemente associadas aos diferentes tipos de óxidos de ferro existentes nos solos. De forma semelhante, um prego (que tem ferro) quando enferrujado, também fica avermelhado ou amarelado.

Solos de coloração vermelha podem indicar grande quantidade de óxidos de ferro (hematita). Um exemplo são os solos popularmente conhecidos como "terra roxa" (na verdade seria "rosso", do italiano vermelho), de coloração vermelho escuro, que são solos originados de rochas ígneas básicas (principalmente basalto), e são comuns em áreas do norte do Rio Grande do Sul ao sul de Goiás. Solos com elevada quantidade de quartzo na fração mineral (como ocorre em muitos solos arenosos) são freqüentemente claros, exceto se houver elevada presença de matéria orgânica.

Solo de cor avermelhado

EFEITO DO EXCESSO DE ÁGUA NA COR DO SOLO

Um solo bem drenado é um solo no qual a água não tem dificuldade para se infiltrar. No entanto, nos solos mal drenados (com excesso de água), um mais horizontes do solo podem ficar com cor acinzentada. Esta cor indica que o ferro foi lavado (perdido para o lençol freático), devido às

condições de redução (ausência de oxigênio), perdendo, assim a coloração vermelha ou amarela típica dos solos bem drenados. A cor branca a acinzentada é conseqüência da presença de minerais silicatados existentes na fração argila do solo.

Os alunos podem observar a presença de solos acinzentados em áreas de várzeas existentes na região. Em zonas urbanas, muitas vezes os loteamentos localizados em fundos de vale apresentam esta coloração no solo, indicado que era originalmente uma área mal drenada (banhado).

Solo de coloração esbranquiçada

ANEXO -7-

ABAIXO DO SEU PÉ ***(Projeto Escola e Cidadania, Química: "A terra em que pisamos", Editora do Brasil, p.3, 2000)***

Inicialmente vamos decobrir o que é o solo. O solo, basicamente, é o resultado do desgaste sofrido pelas rochas, o qual você normalmente identifica quando olha para o chão e vê a terra. Olhando para o solo, você vê a camada mais superficial da crosta terrestre; a esse sistema, constituído em geral de partículas, chamamos de terra.

Neste módulo, trataremos apenas dessa camada mais externa da crosta terrestre, que chamaremos, genericamente, de solo.

Ao observar esse sistema, porém, vemos que seu aspecto varia e que ele é formado por diferentes partículas, claras e escuras, com fragmentos de rochas (pedras), visíveis ou não, de constituição compacta ou porosa. Surge então a pergunta: Afinal, de que é feito o solo?

Apesar de se apresentar sob diferentes aspectos, o solo possui uma composição relativamente homogênea. Ele é formado por 46,71% de oxigênio (O) e 27,69% de silício (Si); outros elementos, principalmente alumínio (Al), ferro (Fe), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg) e potássio (K), constituem o restante da composição. Esses números se referem aos elementos individualmente; entretanto, eles são encontrados combinados entre si – por exemplo, o alumínio e o ferro são

encontrados combinados ao oxigênio, formando, respectivamente, Al_2O_3 e Fe_2O_3 e, silicatos (com oxigênio e silício). O principal componente do solo é abreviadamente representado pela fórmula do dióxido de silício (SiO_2), formado pela combinação de um átomo de silício e dois átomos de oxigênio.

Esse composto é a base da composição de rochas e de solos (até mesmo da areia), como pode ser observado na tabela abaixo, que mostra a composição do solo a partir das substâncias encontradas (combinadas).

A composição do solo	
SiO_2	59,07%
Al_2O_3	15,33%
Fe_2O_3	3,10%
FeO_2	3,71%
MgO	3,45%
CaO	5,10%
Na_2O	3,71%
K_2O	3,11%
H_2O	1,30%
CO_2	0,35%
TiO_2	1,03%
P_2O_5	0,30%
Mn	0,11%

ANEXO -8-

NOME :_____ DATA:___/___/___

QUESTÕES PROSPOSTAS – "PIGMENTOS"
1º ANO – ENSINO MÉDIO

1-) As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

ÁGUA MINERAL NATURAL
Composição química provável em mg/L
Sulfato de estrôncio 0,04
Sulfato de cálcio 2,29
Sulfato de potássio 2,16
Sulfato de sódio 65,71
Carbonato de sódio 143,68
Bicarbonato de sódio 42,20
Cloreto de sódio 4,07
Fluoreto de sódio 1,24
Vanádio 0,07
Características físico-químicas
pH a 25ºC 10,00
Temperatura da água na fonte 24ºC
Condutividade elétrica ..... 4,40x10 -4 ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180ºC ..... 288,00 mg/L

CLASSIFICAÇÃO:

"ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA"

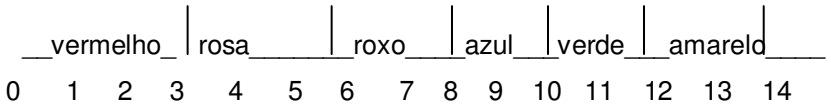
Indicadores **ácido base** são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução. O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25°C

Indicador	**Cores conforme o pH**
Azul de bromotimol	amarelo em pH = 6,0; azul em pH = 7,6
Vermelho de metila	vermelho em pH = 4,8; amarelo em pH = 6,0
Fenolftaleína	incolor em pH = 8,2; vermelho em pH = 10,0
Alaranjado de metila	vermelho em pH = 3,2; amarelo em pH = 4,4

Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na "água mineral fraudada", à temperatura de 25°C, gotas de

(A) azul de bromotimol ou fenolftaleína.
(B) alaranjado de metila ou fenolftaleína.
(C) alaranjado de metila ou azul de bromotimol.
(D) vermelho de metila ou azul de bromotimol.
(E) vermelho de metila ou alaranjado de metila.

2-) O suco extraído do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções. Misturando-se um pouco de suco de repolho e da solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala abaixo. Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:



M a t e r i a l	**C o r**
I Amoníaco	Verde
II Leite de magnésia	Azul
III Vinagre	Vermelho
IV Leite de vaca	Rosa

De acordo com esses resultados, as soluções I , II , III e IV têm, respectivamente, caráter:

(A) ácido/básico/básico/ácido.

(B) ácido/básico/ácido/básico.
(C) básico/ácido/básico/ácido.
(D) ácido/ácido/básico/básico.
(E) básico/básico/ácido/ácido.

3-) Utilizando-se o indicador citado em sucos de abacaxi e de limão, pode-se esperar como resultado as cores:

(A) rosa ou amarelo.
(B) vermelho ou roxo.
(C) verde ou vermelho.
(D) rosa ou vermelho.
(E) roxo ou azul.

4-) (VUNESP-SP) Uma dona de casa fez a seguinte seqüência de operações: 1º) colocou em água folhas de repolho roxo picado; 2º) depois de algum tempo, despejou água, que apresentava cor roxa, em dois copos; 3º) adicionou vinagre em um copo e a cor não se modificou e 4º) adicionou leite de magnésia no outro copo e a cor tornou-se verde. Os nomes dos processos de separação empregados nas operações 1ª e 2ª, e o nome da substância que dá coloração ao repolho e as água são, respectivamente:

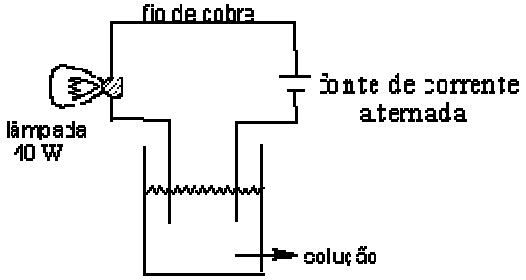
a) filtração, catação e corante
b) evaporação, decantação e titulante
c) extração, decantação e indicador ácido-base
d) solubilização, filtração e indicador ácido-base
e) destilação, decantação e corante

5-) Para se corrigir a acidez do solo, é comum a utilização de cal extinta, hidróxido de cálcio. Com esse procedimento, provoca-se no solo:
a) Aumento de pH, uma vez que a cal extinta é ácida.
b) Aumento de pH, uma vez que a cal extinta é básica.
c) Aumento de pOH, uma vez que a cal extinta é ácida.
d) Aumento de pOH, uma vez que a cal extinta é básica.

06-) Um circuito elétrico simples pode ser construído a partir de fios de cobre, imersos em uma solução, e uma fonte de corrente alternada (desenho ao lado). Os fios de cobre são colocados em

contato, respectivamente, com soluções aquosas de cada uma das seguintes substâncias: $FeSO_4$, $C_{12}H_{22}O_{11}$ (sacarose), CH_3OH e KOH. A lâmpada acenderá nas soluções de:

a) $FeSO_4$, CH_3OH e KOH;
b) CH_3OH, $C_{12}H_{22}O_{11}$ e $FeSO_4$;
c) $C_{12}H_{22}O_{11}$ e KOH;
d) KOH e $FeSO_4$.



ANEXO -9-

2º ANO DO ENSINO MÉDIO

ATIVIDADE 1. VÍDEO TV ESCOLA – TEMA "AGUA" (TV Escola, 1994)

Questões Prévias (Colocar em discussão)

1-) De onde vem a água que chega a sua casa? Essa água é pura?

2-) Como reconhecer que uma substância é pura?

3-) A água que você bebe é potável? O que é água potável?

4-) De onde vem o oxigênio que os peixes respiram?

ATIVIDADE 2. ANÁLISE DE MAPA DO MUNICÍPIO E PESQUISA (São Paulo, Prática Pedagógica-Química,1994).

1. Localizar os rios existentes.

2-) Que tipos de atividades econômicas são desenvolvidas no município e na região?

3-) Quais as principais cidades?

4-) Com que finalidade a água é utilizada na sua região?

ATIVIDADE 3: EXPERIMENTAÇÃO – ANÁLISE DE ÁGUAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS (São Paulo – Estado. Subsídios para implementação da Proposta Curricular de Química para o segundo grau, 1978)

Questionamento prévio ao experimento.

1. Existem diferenças entre água mineral e água pura (destilada)? Discuta em grupo e escreva a resposta no espaço abaixo.

2. O que você acha que aconteceria se evaporássemos água destilada e água mineral? Discuta em grupo e escreva no espaço abaixo.

Material

Água destilada
Cloreto de sódio
Água filtrada
Água mineral (engarrafada)
Água servida
Água de torneira
2 béqueres de 250 mL
1 bico de bunsen
1 caixa de fósforos
Papel toalha
1 proveta de 25 mL
1 tela de amianto
2 tubos de ensaio
1 vidro de relógio
1 tripé para bico de bunsen
1 balança de 0,1 ou 0,01 g
1 disco de papel de filtro
1 bastão de vidro
1 proveta de 250 mL
1 pedaço de pano

Procedimento

1. Coloque um pouco de água servida num tubo de ensaio e a mesma quantidade de água filtrada no outro.
2. Compare os dois líquidos, olhando lateralmente e de cima para baixo, contra um fundo branco.

Questionamento: Existem diferenças? Se houver, indique-as e procure justificá-las.

3. Coloque água em um dos béqueres, até preencher metade da sua capacidade, e aqueça-a até a fervura, utilizando o bico de Bunsen, tripé e tela. Enquanto a água é aquecida, realize o procedimento (4).
4. Lave o vidro de relógio com água de torneira e depois com água destilada. Não o enxugue.
5. Coloque, no vidro de relógio, 15 mL da água indicada pelo professor.

6. Coloque o vidro de relógio sobre o béquer e mantenha-o aí até que todo o líquido contido no vidro de relógio seja evaporado. Quando a água do béquer entrar em ebulição, diminua a chama do bico de Bunsen.

Cobrir o béquer com vidro de relógio

7. Retire o vidro de relógio de sobre o béquer, segurando-o com um pano e coloque-o sobre um pedaço de papel toalha. Apague a chama do bico de bunsen e aguarde que o vidro de relógio que o vidro de relógio volte à temperatura ambiente.

8. Observe o vidro de relógio contra a luz. O que observa?

9. Examine os vidros de relógio das demais equipes, que trabalharam com água de diferentes origens e compare-os com o seu. Quais as diferenças que observa?

10. Por que uma das equipes trabalhou com uma solução de concentração conhecida? Explique.

11. Por que outra equipe evaporou água destilada?

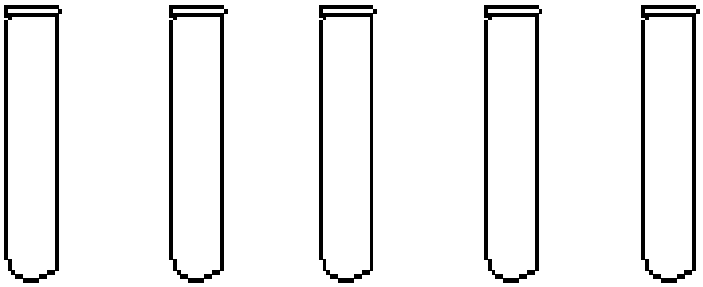
12. Você entendeu o objetivo do experimento? Se entendeu, escreva-o abaixo.

Tabela 1. Análises químicas de diferentes amostras de água

Espécie química	Amostra A (mg/L)	Amostra B (mg/L)	Amostra C (mg/L)	Amostra D (mg/L)
As		0,05	1	0,001
Ba	0,8	0,5	0,001	1000
Pb	-	0,05	0,05	0,01
Hg	-	0,0001	-	10
Al	0,1	0,18	0,20	10
Cu	1,09	0,89	-	0,9
Mn	0,01	0,1	1,00	0,98

ATIVIDADE 4 – EXPERIMENTAÇÃO: Até quando um sólido é solúvel em água? (Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

I **II** **III** **IV** **V**



Massa de sulfato de cobre em 20 ml de água

1,5 g 2,5 g 4,2 g 5,0 g 6,0 g

Tabela 2. Anote suas observações na tabela abaixo:

Tubo	**Aspecto**	**Comparação da cor e da presença de sólidos**
I		
II		
III		
IV		
V		

Atenção !!! No item aspecto, indicar se é homogêneo ou heterogêneo
No item comparação de cor, indicar mais intenso, menos
Intenso, presença de sólido.

Questões pós-experimentação

1-) Como explicar o depósito de sólido (corpo de fundo) nos tubos IV e V?

2-) Pode-se relacionar a constância da cor com a quantidade dissolvida?

3-) O que poderia ocorrer se fosse adicionado mais 1,0 g do sólido ao tubo II? E ao tubo IV? O que estas observações podem significar? Justifique.

4-) Pode-se estimar a quantidade máxima de sulfato de cobre dissolvida em 20 mL de água? E em 100 mL de água?

Tabela 3. Solubilidade de alguns solutos na água do mar

Soluto	**Fórmula**	**Solubilidade (g/100g de água)**
Cloreto de magnésio	$MgCl_2$	54,1
Sulfato de cálcio	$CaSO_4$	$6,8 . 10^{-2}$
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	$1,3 . 10^{-3}$
Cloreto de sódio	NaCl	36,0
Brometo de sódio	NaBr	$1,2 . 10^{2}$
Sulfato de magnésio	$MgSO_4$	36,0

Após análise da tabela, responda:

1-) Por que é possível comparar as solubilidades?

2-) Qual dos solutos é mais solúvel?

3-) 20 g de cloreto de sódio foram colocados em 50 g de água. A mistura resultou homogênea?

ATIVIDADE 5 – EXPERIMENTAÇÃO: Acidez da água (Júnior e Jordão, 2000)

Formule algumas **hipóteses** para tentar descobrir como o pH da água é determinado. Anote-as no espaço abaixo.

CONHECENDO O pH

O pH pode ser medido de diversas maneiras. Você pode usar substâncias chamadas *indicadores*, que mudam de cor com a variação do pH, ou um aparelho chamado *peagâmetro* (algumas vezes escrito pHgâmetro).

Agora você vai descobrir o pH de amostras de água de diferentes procedências.

Para isso, será necessário fazer um suco de repolho roxo, que servirá como ***indicador*.** Depois será preciso construir uma escala de pH para comparar os resultados descobertos.

Suco de repolho roxo

6. Pique um repolho roxo em pedaços pequenos ou em tiras.
7. Em uma panela, coloque aproximadamente dois copos de água para ferver.
8. Quando a água começar a ferver, adicione o repolho picado e mantenha o fogo aceso por mais cinco minutos.

9. Coe numa peneira fina ou um tecido de algodão e deixe esfriar.
10. Está pronto o indicador. Se for prepara-lo com antecedência, guarde-o na geladeira.

Escala

Prepare as soluções que servirão de padrão, como indicado a seguir, usando pipetas para medir os volumes de 1 mL e 5 mL e proveta para o volume de 100 mL.

Importante: na impossibilidade de usar pipetas e proveta, podem ser usadas seringas, sem agulha, nos volumes correspondentes, desde que sejam novas, para evitar o risco de contaminação.

Solução A (pH 1): adicione 1 mL de ácido clorídrico ou muriático (facilmente encontrado em casas de materiais de construção) a 100 mL de água destilada ou água de chuva. Retire 5 mL e misture a outros 5 mL de suco de repolho.

Solução B (pH 3): misture 5 mL de água destilada ou de chuva a 5 mL de vinagre branco, com mais 5 mL de suco de repolho.

Solução C (pH 5): misture 5 mL de álcool a 5 mL de suco de repolho.

Solução D (pH 6): misture 5 mL de água destilada ou de chuva a 5 mL de suco de repolho.

Solução E (pH 9): misture uma gota de produto de limpeza à base amoníaco a 5 mL de água destilada, acrescido de 5 mL de suco de repolho.

Solução F (pH 11): misture 5 gotas de produtos de limpeza à base de amoníaco a 5 mL de água destilada, acrescido de 5 mL de suco de repolho roxo.

Solução G (pH 12): adicione uma pastilha ou lentilha de hidróxido de sódio, popularmente conhecido como soda cáustica, a 100 mL de água destilada ou de chuva. Retire 5 mL dessa solução e misture a 5 mL de suco de repolho roxo.

pH de amostras de água de diferentes procedências

Material

- Amostra de água de origens diferentes (água destilada, água de torneira, água de poço, água servida, água mineral, água de chuva etc)
- indicador (suco de repolho roxo)
- tubos de ensaio
- 1 conta-gotas

- 1 colher (de chá) de plástico
- 1 bastão de vidro (ou palito de madeira)

Procedimento

1-) Coloque em um tubo de ensaio uma amostra de água, até a altura de 2 cm.
4-) Adicione algumas gotas do indicador (suco de repolho roxo) e compare a cor do líquido com uma das escalas abaixo (figura 2). Qual o pH de cada amostra de água analisada?

Figura 2: Escala de pH para o repolho roxo.

Água 1:_____
Água 2:_____
Água 3:_____
Água 4:_____

3-) Qual a cor do indicador no caso de água ácida?

4-) Qual a cor do indicador em meio básico?

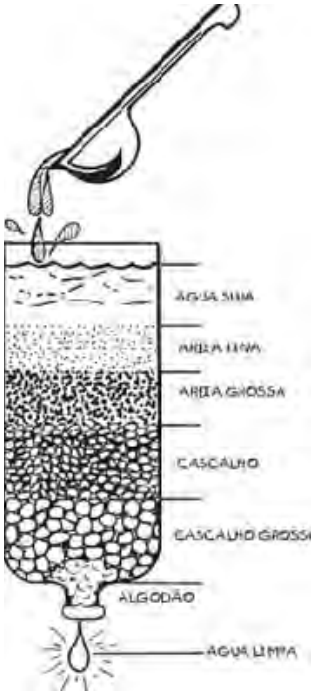
5-) O que entende por material ácido?

6-) O que entende por material básico?

7-) Você entendeu o o objetivo do experimento? Se entendeu escreva-o abaixo.

ANEXO -10-

ATIVIDADE 6 – EXPERIMENTAÇÃO: **Tratamento da água** (São Paulo, Prática Pedagógica-Química,1994).



1. Colocar em um béquer 100 mL de água e adicionar 2 colheres de terra.
2. Preparar 30 mL de solução de sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$.
3. Preparar 30 mL de hidróxido de cálcio $Ca(OH)_2$.
4. Juntar as soluções preparadas anteriormente ao béquer contendo a água e a terra.
5. Esperar alguns minutos. O que você observou? Descreva.
6. Filtrar através do filtro feito com garrafa PET.
7. Qual o aspecto da água que passou pelo filtro?
8. Escreva a reação entre o sulfato de alumínio e o hidróxido de cálcio.

Desinfecção da água

Ao final da filtração teremos água límpida, que deverá atender ao padrão de qualidade que exige turbidez dentro de certo limite. Nesta água, apesar da limpidez, podem estar presentes microorganismos patogênicos que os processos anteriores não são capazes de eliminar.

Através da esterilização ou desinfecção anula-se a presença destes microorganismos. Na esterilização elimina-se totalmente microorganismos e na desinfecção ocorre a destruição dos microorganismos patogênicos.

Geralmente, usa-se o cloro na dosagem de 1 mg/L o que garante a desinfecção; para a esterilização é necessário doses muito mais altas. Vejamos as reações envolvidas nesse processo:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + H^+ + Cl^-$$

Na verdade, não é o cloro que age como desinfetante, mas sim o ácido hipocloroso (HClO), pois o cloro, imediatamente, em contato com a água, reage formando o ácido hipocloroso e esse por sua vez na água, se dissocia:

$$HClO\ (aq) \rightleftharpoons OCl^- + H^+$$

Essa reação é reversiva e a direção, no sentido dos produtos OCl^- e H^+ ou do reagente, HClO varia em função do pH da água.

Veja o quadro abaixo:

Quadro: valores do pH e sua influência sobre a % de HClO e OCl^-

pH	% HClO	% OCl^-
5	100,0	0
6	95,0	5,0
7	72,0	28,0
9	2,5	97,5

Questão: Observando a tabela acima, discuta com seus colegas e responda - qual a faixa de pH onde a ação de desinfecção é mais eficaz? Por que?

Como se pode observar, após a cloração, a água apresenta pH em torno de 6, o que leva à necessidade de correção do pH. A correção é feita adicionando à água, leite de cal (solução a 10%).

$CaO + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2\,OH^-$

A água para o consumo humano poderá ser fluoretada, com o objetivo de diminuir a incidência de cárie dentária. Uma boa fluoretação deve considerar as condições climáticas da região, pois o consumo de água pelas crianças, principalmente, ocorre em regiões de temperaturas mais altas

Análise do texto:

Água pura e água potável. (Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

I – A água pura

A vida, como a conhecemos, depende da água – a substância mais abundante nos tecidos animais e vegetais, bem como na maior parte do mundo que nos cerca. Três quartos da superfície terrestre são cobertos de água: 97,2% formam os oceanos e mares; 2,11% as geleiras e calotas polares; 0,6% lagos, rios e águas subterrâneas.

Esta é a fração aproveitável pelo homem, que pode utilizá-la para abastecimento doméstico, indústria, agricultura, pecuária, recreação e lazer, transporte, geração de energia e outros.

Para abastecer 19 milhões de habitantes da Grande São Paulo são produzidos 5,8 bilhões de litros de água tratada por dia. Essa água provém dos Sistemas Cantareira, Alto do Tietê e Rio

Grande. Embora a ONU recomende o consumo *per capita* de 110 litros de água, a média da capital tem sido 221 litros por dia por habitante. Considerando não só o consumo, mas também a perda de água por vazamentos, desperdícios e outros, o Instituto Sócioambiental (ISA) está promovendo campanha para combater o desperdício de água.

Tanto águas "doces" como as "salgadas" são imensas soluções aquosas, contendo muitos materiais dissolvidos. Assim, a água na natureza não se encontra quimicamente pura. Mesmo as águas das chuvas e a destilada nos laboratórios apresentam gases dissolvidos, como o CO_2, o O_2 e o N_2, provenientes de sua interação com a atmosfera. É a presença desses gases e também de sais e outros compostos que torna a água capaz de sustentar a vida aquática – os peixes e outros seres não poderiam viver em água pura, eles necessitam de oxigênio dissolvido na água para sua respiração. Uma substância pura apresenta um conjunto de propriedades que podem ser usadas na sua identificação.

Quadro 1. Propriedades características de algumas substâncias

substância	Temp. de ebulição (ºC)	Temp. de Fusão (ºC)	Densidade 20ºC ($g.cm^{-3}$)	Solubilidade em água (g/100g água)
Água pura	100	0	0,998	-
Etanol	78,5	-11	0,789	∞
Benzeno	80,1	5,5	0,88	0,07
NaCl	1473	801	2,17	36,0

II. Água potável

A palavra potável vem do latim *potabilis*, que significa própria para beber. Para ser ingerida é essencial que a água não contenha elementos nocivos à saúde. Muitas vezes, as águas superficiais provenientes de rios, lagos ou de afloramentos naturais, destinadas ao consumo humano ou outros fins, não apresentam a qualidade sanitária exigida. Por essa razão, a água para consumo humano ou outros fins, não apresentam a qualidade sanitária exigida. Por essa razão, a água para consumo humano deve passar por tratamento a fim de torná-la potável, isto é, atender a certos requisitos estéticos, como, ser isenta de cor, sabor, odor ou aparência desagradável, ou seja, ser própria para beber. Também pode ser utilizada no preparo de alimentos, lavar louças e roupas. Deve ser também isenta de substâncias minerais ou orgânicas ou organismos patogênicos que possam produzir agravos à saúde. Assim, o critério de potabilidade é diferente do critério de pureza. A potabilidade tem como fim o auxílio da manutenção dos seres vivos, inclusive o ser humano. A pureza indica que a espécie química água é água somente e tem propriedades específicas que as caracterizam como água, H_2O.

Atualmente grandes problemas estão afetando o suprimento de água, como a poluição dos rios, lagos, lençóis freáticos por resíduos industriais, agrícolas e humanos, além da contaminação por

microorganismos. Muitas vezes essas águas contaminadas, se ingeridas, podem causar sérios danos para a saúde.

No entanto, dependendo da finalidade a que se destina, é permitida nas águas a presença de espécies orgânicas e inorgânicas, como por exemplo, o flúor recomendado pelos dentistas. Entretanto, suas propriedades devem ser monitoradas, pois em represas ou outros tipos de reservatórios, pode ocorrer contaminação por microorganismos patogênicos, por metais como o chumbo, o zinco e outros, ou por compostos orgânicos em concentrações superiores às estabelecidas pela legislação, como mostra a tabela adiante.

Quadro. Tipos de contaminantes da água

Contaminantes da água	**Exemplos**
Resíduos consumidores de O_2 dissolvido	Resíduos de animais ou vegetais
Agentes infecciosos	Vírus e bactérias
Nutrientes	Fosfatos e nitratos
Produtos industriais inorgânicos	Ácidos, bases e metais (Fe^{2+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}, Cr^{3+}, Pb^{2+})
Produtos industriais orgânicos	Praguicidas e detergentes
Material radioativo	Restos de mineração e processamento de materiais radioativos

ANEXO -11-

ATIVIDADE 7 – CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES E DILUIÇÃO (Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

A importância de se conhecer a concentração de uma solução pode ser evidenciada por meio de alguns parâmetros que determinam a qualidade da água para consumo humano. Assim, entender o significado de concentração, bem como reconhecer as diferentes maneiras que a sociedade tem usado para expressá-la, passa a ser um conteúdo relevante no Ensino Médio. Até o momento foram utilizados diferentes modos de expressar as quantidades de solutos dissolvidos em certo volume de água, ou seja, de expressar a concentração de solução como, por exemplo, % em massa – $g.L^{-1}$ (Caderno do Professor, 2ª Série – 1º bimestre – 2008).

Exercícios: A tabela abaixo, apresenta dados sobre as concentrações máximas permitidas de certos elementos químicos na água potável. Verifique os dados da tabela e complete os espaços em branco.

Elementos que afetam a saúde	**Concentração máxima permitida ($mg.L^{-1}$)**	**Quantidade máxima em mg contida em 1 L**	**Quantidade máxima contida em 2 L**	**Quantidade máxima contida em 4 L**
Arsênio	0,0 1			
Bário	0,7			
Chumbo	0,01			
Mercúrio	0,001			

Responda:

1-) O que seria uma solução?

PREPARO DE SOLUÇÕES (g/l e mol/l) (Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

Situação de Aprendizagem 1

Objetivos:

1. Analisar a composição e as características de uma água mineral.
2. Escrever as fórmulas dos sais nela contidos.

3. Verificar a concentração de cada uma das espécies químicas presentes.
4. Perceber que a composição da água mineral é expressa pela relação entre a massa de cada um dos componentes e o volume da solução aquosa (água mineral), especificamente a massa em miligramas do componente, presente no volume de 1 L da água mineral.
5. Enfatizar que a relação quantidade de soluto/ quantidade de solução é a chamada concentração da solução.

ÁGUA MINERAL NATURAL

Composição química provável em mg/L

Sulfato de estrôncio	0.04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143.68
Bicarbonato de sódio	42.20
Cloreto de sódio	4.07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07

Características físico-químicas

pH a 25°C	10,00
Temperatura da água na fonte	24°C
Condutividade elétrica	$4,40x10^{-4}$ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	288,00 mg/L

CLASSIFICAÇÃO:

"ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA"

Questões:

1-) Qual a concentração do bicarbonato de sódio na água analisada?

2-) Converter a informação do rótulo em g/L. Efetuar os cálculos necessários.

3-) O que indica a concentração g/L? Escreva.

Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções
(Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

TEXTO:

A matéria é formada por átomos e estes têm massas diferentes. Para "contar" partículas de massas diferentes foi estabelecido um padrão. Atualmente o padrão adotado é o número de partículas contido em 0,012 kg (ou seja 12 g) do carbono 12. O número de átomos contidos nessa massa foi determinado experimentalmente e corresponde a $6,02 . 10^{23}$ átomos (ou seja, 602 sextilhões!). Esse número de partículas contidas em 0,012 kg do C-12 é chamado de ***quantidade de matéria*** e a unidade é o **mol**. Assim, em 12 g de C-12 há um mol de átomos de carbono, ou seja, $6,02 . 10^{23}$ átomos. A massa que contém 1 mol de substância é chamada de **massa molar.**

- Quantos mols há em 24 g de carbono? E quantos átomos?

Não esquecer!!!

As massas molares expressas em g/mol, são numericamente iguais aos valores das respectivas massas atômicas, indicadas na tabela periódica dos elementos.

Elemento	**Símbolo**	**Massa Atômica (u)**
Hidrogênio	H	1,01
Hélio	He	4,00
Lítio	Li	6,94
Carbono	C	12,01
Nitrogênio	N	14,00
Oxigênio	O	16,00
Flúor	F	19,00
Sódio	Na	23,00
Magnésio	Mg	24,30

Observando a tabela, calcular a massa molar do NaCl.

Preencher a tabela

Cloreto de sódio

Fórmula:
Massa de um mol:
Quantidade de partículas em um mol:

ANEXO -12-

ATIVIDADE 8. Comparar em termos de quantidade de matéria as concentrações de algumas espécies dissolvidas na água do mar.
(Caderno do Professor. Química: ensino médio 2ª série 1º bimestre, 2008).

- Colocar os valores na tabela e comparar em termos de quantidade de partículas presentes por litro de solução.

Elemento	Concentração (g/L)	Concentração (mol/L)	Número de partículas por litro
Sódio (Na)	10,5		
Magnésio (Mg)	1,26		
Cálcio (Ca)	0,41		
Potássio (K)	0,39		

ATIVIDADE 9. EXPERIMENTAÇÃO : PREPARO DE SOLUÇÕES (Livro de Laboratório, GEPEQ/IQ-USP : Módulos III e IV, 1999).

Material

1 béquer de 100 mL
1 bastão de vidro
1 proveta de 100 mL ou balão volumétrico de 100 mL
Etiquetas
Sulfato de cobre
2 frascos de vidro de 100 mL
Dois tubos de ensaio de 15 mm x 15 cm
1 proveta de 10 mL

Procedimento
PARTE A: Concentração de soluções

- Transfira duas colheres de sulfato de cobre para um béquer e adicione aproximadamente 20 mL de água.
- Agite com um bastão de vidro até completar a dissolução.
- Transfira o conteúdo do béquer para uma proveta ou balão volumétrico de 100 mL, completando com água o volume de 100 mL. Rotule essa solução como “solução A”.

- Repita os procedimentos anteriores usando uma colher de sulfato de cobre e chamando a solução obtida de “solução B”.

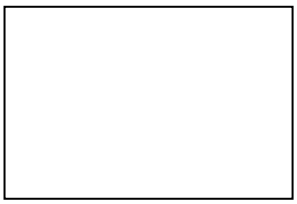
1. Considerando as soluções A e B, responda:
a. Que componente foi utilizado em menor quantidade (este componente é chamado SOLUTO)?
b. A intensidade da cor nas duas soluções é a mesma? Por quê?
c. A composição das duas soluções é a mesma, isto é, a relação entre quantidade de soluto e a quantidade da solução é a mesma nas duas soluções, A e B?
2. Que rótulo você colocaria no recipiente onde está a solução A, de modo a identificar a sua composição? E na solução B?

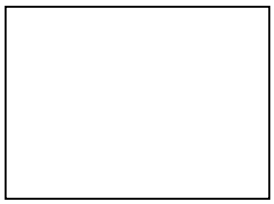
Solução A ***Solução B***

3. Compare, quanto à composição e ao aspecto, um solução aquosa de sulfato de cobre com uma amostra de água.
4. Se você quisesse preparar 1 litro de solução com a mesma coloração da solução A, quantas colherinhas de sulfato de cobre você deveria usar? Por quê?

5. Se você quisesse preparar 1 litro de solução com a mesma coloração da solução B, quantas colherinhas de sulfato de cobre você deveria usar? Por quê?

6. Admita que uma colherinha de sulfato de cobre corresponda a 2,5 g desse produto. Que rótulos seriam colocados nas soluções dos itens 4 e 5, expressando a concentração em g/L?





Solução A

Solução B

7. Uma outra maneira de indicar a quantidade do soluto em mols e o volume da solução em litros, utilizando a unidade mol/L.Sabendo que a massa molar do $CuSO_4 . 5H_2O$ é 250 g/mol,

expresse, agora, a composição das soluções A e B em quantidade de matéria (mols) de partículas por litro de solução.

Solução A

Solução B

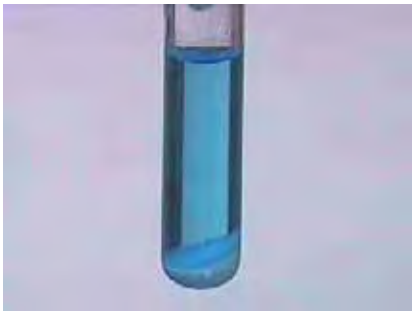
PARTE B: Diluição de soluções

Transfira 5 mL da solução A para um tubo de ensaio. Quantos gramas de sulfato de cobre estão contidos nestes 5 mL?

5 mL de solução A

..... g se sulfato de cobre

A seguir adicione 5 mL de água.
Rotule como “solução C”.



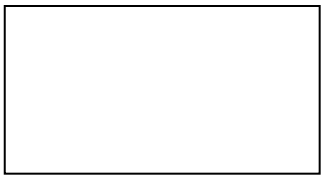
5 mL da solução A + 5 mL de água
..... g de sulfato de cobre

1. A concentração da solução C é a mesma de A? Por quê?

2. Quantos gramas de sulfato de cobre estão presentes na solução C?

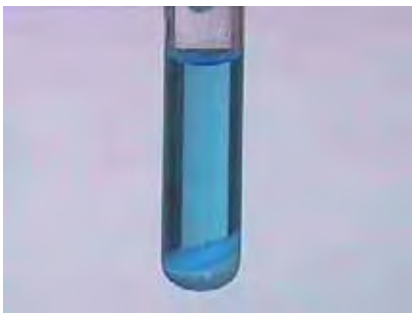
3. Qual o volume total, após a adição de água?

4. Qual a concentração da solução C em gramas de sulfato de cobre por litro de solução?



Solução C

Transfira 10 mL da solução B para outro tubo de ensaio. Rotule como “solução D”.



10 mL de solução B

5. A concentração dessa solução é a mesma da solução B? Por quê?

6. Qual a concentração da solução D em gramas de sulfato de cobre por litro de solução?

7. Compare a intensidade de cor das soluções C e D. O que você observa? A observação das duas soluções fornece alguma informação a respeito da concentração das mesmas?

8. Ao preparar a solução C, você realizou uma operação chamada diluição. Você adicionou água a uma solução, fazendo com que o volume aumentasse e, conseqüentemente, sua concentração diminuísse. A variação de volume de uma solução, quando esta sofre diluição, e a variação de concentração são grandezas direta ou inversamente proporcionais.

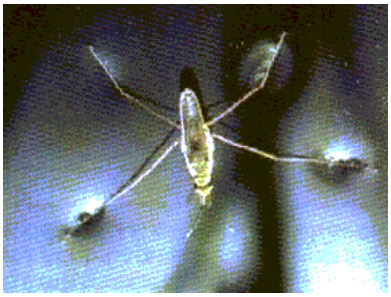
ANEXO -13-

ATIVIDADE 10 – EXPERIMENTAÇÃO: PÓ DE GIZ EM UM COPO DE ÁGUA

(SÃO PAULO (Estado) **Química:** 2º grau,1994).
Questões Prévias

1-) Por que pequenos objetos podem flutuar sobre a superfície das águas?

2-) Por que insetos caminham sobre a superfície da água? Por que aves aquáticas flutuam, sem afundar?



3-) O que estes fatos tem a ver com o problema da poluição ambiental?

1. num copo plástico coloque água de torneira até 2/3 da sua capacidade.
2. Raspe um pedaço de giz com lâmina de barbear, de modo que o pó produzido cubra toda a superfície da água.
3. Adicione, em seguida, uma gota de detergente, escorrendo-a pela parede interna do copo.
4. Observe o que acontece com o pó de giz no momento em que a gota de detergente toca a superfície da água.

Questões:

e) o que teria provocado o afastamento do pó de giz?

f) pó que o pó de giz não afunda antes de colocarmos o detergente?

g) você poderia repetir o fenômeno, mesmo depois de ter provocado o fenômeno, no mesmo sistema?

h) apresente possíveis explicações para o fenômeno.

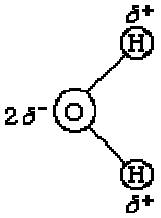
ANEXO -14-

ATIVIDADE 11– EXPERIMENTAÇÃO: Polaridade das moléculas de água
(SÃO PAULO (Estado) **Química:** 2º grau,1994).

1. Arranje dois copos de plástico. Num dos copos, faça um pequeno furo no fundo.
2. Coloque água nesse copo e certifique-se de que produz um filete de água, como mostra a figura.
3. Enquanto isso, atrite uma régua plástica (pode ser um pente, caneta esferográfica ou bastão de PVC) com um papel toalha rústico (ou lã ou seda) e o aproxime do filete de água.
4. Você verifica alguma alteração no filete de água? Qual a sua explicação para o fato observado?

TEXTO:

O filete de água, inicialmente neutra, é atraído pela régua eletrizada por que as moléculas de água são parcialmente eletrizadas, isto é, são polares ou dipolos. Possuem, portanto, duas regiões de densidade eletrônica diferente: uma parcialmente positiva e outra parcialmente negativa. Pode-se representar a molécula de água por qualquer dos desenhos seguintes.



O sinal + e – não correspondem, aqui, as cargas unitárias; representam apenas a ocorrência de eletrização positiva ou negativa em duas regiões da molécula. Por este motivo, foram usadas as expressões ***parcialmente*** positiva e negativa. Portanto, embora a água seja um ***composto covalente,*** possui em suas moléculas uma distribuição desigual de cargas (assimetria), as quais dão dão origem ao ***dipolo***, ou seja, a uma polaridade.

A existência do dipolo na molécula de água, é resultado da diferença de eletronegatividade de átomos da molécula, o dipolo molecular é determinado pela soma dos dipolos de todas as ligações, levando em conta suas orientações no espaço.

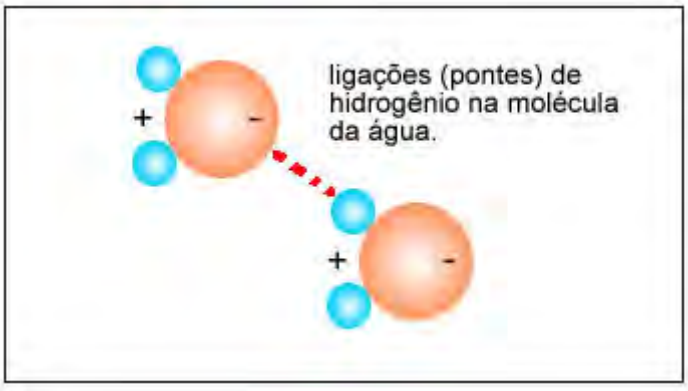
Na molécula de água , o oxigênio é dotado de acentuada eletronegatividade relativamente ao hidrogênio. Eletronegatividade é a maior atração de um átomo por elétrons, em ligações covalentes. Na água, os pares de elétrons das ligações H – O estão mais próximos do oxigênio, cujo poder de atraí-los é maior que o do hidrogênio. Por esta razão, o oxigênio se apresenta parcialmente negativo e os hidrogênios parcialmente positivos. A água é dotada de estrutura angular e o ângulo entre as ligações com o hidrogênio é de 105º. Se a água tivesse estrutura

linear (H – O – H), o dipolo parcial devido a uma ligação O – H anularia o outro da segunda ligação O – H, e então o dipolo total seria nulo. Isso, alías, acontece com a molécula de CO_2 que é linear, O = C = O; uma exgtremidade C = O é bastante polar mas a polaridade é anulada pela outra extremidade.

Questões:

1.O que você acha que aconteceria se neste experimento substituíssemos água por uma substância de dipolo total nulo, como tetracloreto de carbono e benzeno?

1. Como será a interação entre as moléculas de água, uma vez que elas são dotadas de cargas elétricas? Represente através de um desenho.



O modelo acima dá idéia de como cada molécula de água está interagindo com outras moléculas

Questões Prévias à experimentação: Poluição por detergentes sintéticos

Os agentes químicos e físicos que alteram as condições naturais da água denominam-se poluidores. No entanto, devemos lembrar que a poluição não ocorre somente na água.

Segundo Tyller Myller poluição é a contaminação de um meio, seja do ar, seja da água ou do solo, com alguma forma de matéria ou energia a um nível indesejado. O nível considerado indesejável é culturalmente determinado. (Tradução livre).

Questões:

1. Tomando como referência a definição de Tyller, o que seria poluição da água?

2. Como explicar os termos “a um nível indesejado” e “culturalmente determinado”?

3. O que aconteceria se as águas de um rio recebessem, por exemplo, uma alta e contínua descarga de rejeitos orgânicos de uma indústria de alimentos?

Texto: ***Oxigênio dissolvido e qualidade da água***

Em condições normais de pressão e de temperatura a água pode dissolver até 9 mg de oxigênio por litro. Isto significa que a água contém 9 mg de oxigênio dissolvido (OD).

As águas naturais, em geral, se encontram sob pressão de 1 atm. Nesta condição, a temperatura é o fator que mais influi nessa na dissolução do oxigênio.

Vejamos no quadro abaixo a variação da concentração do oxigênio em função da temperatura.

Quadro

Temperatura (em ºC)	**Oxigênio dissolvido (em cm^3/L)**
0	10,224
5	8,979
10	7,96
15	7,15
20	6,50
25	5,95
30	5,48

Fonte: CHARBONEAU, j.p. ET AL. **Enciclopédia de Ecologia.** São Paulo:EPU/EDUSP, 1979. p.210.

Os dados do quadro, referentes à dissolução do oxigênio em água, comprovam que a dissolução dos gases em líquido decresce à medida que aumenta a temperatura.

Em função do tipo de matéria orgânica lançada na água ou da atividade biológica ou bioquímica é que se determina o consumo de oxigênio dissolvido, chamada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

As águas que recebem grandes descargas de dejetos orgânicos apresentam valores altos de DBO e baixos índices de OD. A alteração da DBO e do OD poderá provocar mudança no pH da água. Dependendo do tipo e quantidade de substâncias estranhas presentes nas águas naturais, estas podem tornar-se mais ácidas ou mais básicas. A variação do pH causará efeitos nocivos aos organismos que vivem nas água e aos que dela se utilizam.

ANEXO -15-

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 12– AÇÃO POLUIDORA DOS DETERGENTES SINTÉTICOS (São Paulo – Estado. Subsídios para implementação da Proposta Curricular de Química para o segundo grau, 1978)

Material

1 pedaço de sabão de coco
Detergente sintético
1 béquer de 50 mL
Água destilada
1 balão de vidro de 1000 mL
Sulfato de cálcio
Ácido clorídrico concentrado
1 proveta de 50 mL
1 balança de 0,1g ou 0,01 ng
1 disco de papel de filtro
4 tubos de ensaio
1 proveta de 10 mL
1 estante para tubos de ensaio
4 rolhas de ensaio para tubos de ensaio
1 lápis vitrográfico (ou etiquetas)

Introdução

Os detergentes sintéticos desempenham um papel importante na vida moderna, substituindo, gradativamente, os sabões formados a partir do aquecimento de soda com gordura animal ou vegetal. A eficiência dos detergentes sintéticos e seu baixo custo são responsáveis por essa dominação no mercado de produtos de limpeza.

No entanto, os detergentes, em sua maioria, não são biodegradáveis, isto é, não podem ser decompostos por atividade orgânica.

Consequentemente, a quantidade de resíduos líquidos aumenta progressivamente, contaminando as águas onde são despejados.

Preparação Prévia

(As quantidades indicadas são suficientes para toda a classe)

1. Prepare 1000 mL de “água dura” – solução de $CaSO_4$ a 0,01% (0,1 g de $CaSO_4$/10 mL água destilada – acrescentar uma gota de HCl, caso a dissolução seja difícil – completar volume, com água, até 1000 mL).
2. Dissolva cerca de 1 g de sabão de coco em água destilada, no béquer de 50 mL.

Procedimento

5. Coloque 4 tubos de ensaio na estante e numere-os de 1 – 4.
6. Coloque, nos tubos, os seguintes materiais:

Tubo	**Água dura**	**Água destilada**	**Detergente**	**Solução de sabão**
1	7 mL	0	0	10 gotas
2	7 mL	0	5 gotas	0
3	0	7 mL	0	10 gotas
4	0	7 mL	5 gotas	0

7. Arrolhe e agite os tubos de ensaio. Deixe os tubos 3 e 4 em repouso por cerca de 30 minutos. Enquanto isso examine os tubos 1 e 2, procurando responder as seguintes questões:

Há formação de espuma, na mesma quantidade, em ambos os casos? Qual dos produtos utilizados – detergente e sabão – parece mais eficiente para lavar com água dura?

8. Compare os conteúdos dos tubos 3 e 4, transcorridos os 30 minutos de repouso. O que observa? Qual a diferença entre eles?
9. Você entendeu o objetivo da atividade experimental?

ANEXO -16-

PROVA LABORATÓRIO ABERTO – 2ª SÉRIE
INSTITUTO DE QUÍMICA – UNESP – CAMPUS DE ARARAQUARA

1-) De acordo com a legislação brasileira, são tipos de água engarrafada que podem ser vendidos no comércio para o consumo humano:

água mineral: água que, proveniente de fontes naturais ou captadas artificialmente, possui composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas específicas, com características que lhe conferem ação medicamentosa;
água potável de mesa: água que, proveniente de fontes naturais ou captadas artificialmente, possui características que a tornam adequada ao consumo humano;
água purificada adicionada de sais: água produzida artificialmente por meio da adição à água potável de sais de uso permitido, podendo ser gaseificada.
Com base nessas informações, conclui-se que:

A) os três tipos de água descritos na legislação são potáveis.
B) toda água engarrafada vendida no comércio é água mineral.
C) água purificada adicionada de sais é um produto natural encontrado em algumas fontes específicas.
D) a água potável de mesa é adequada para o consumo humano porque apresenta extensa flora bacteriana.
E) a legislação brasileira reconhece que todos os tipos de água têm ação medicamentosa.

2-) Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a empresa às normas de proteção ambiental, resolveram mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão vegetal foi então substituído pelo carvão mineral. Entretanto, foram observadas alterações ecológicas graves em um riacho das imediações, tais como a morte dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Tal fato pode ser justificado em decorrência:

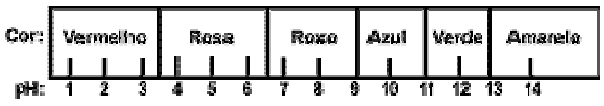
(A) da diminuição de resíduos orgânicos na água do riacho, reduzindo a demanda de oxigênio na água.

(B) do aquecimento da água do riacho devido ao monóxido de carbono liberado na queima do carvão.
(C) da formação de ácido clorídrico no riacho a partir de produtos da combustão na água, diminuindo o pH.
(D) do acúmulo de elementos no riacho, tais como, ferro, derivados do novo combustível utilizado.
(E) da formação de ácido sulfúrico no riacho a partir dos óxidos de enxofre liberados na combustão.

3-) Determinada Estação trata cerca de 30.000 litros de água por segundo. Para evitar riscos de fluorose, a concentração máxima de fluoretos nessa água não deve exceder a cerca de 1,5 miligrama por litro de água. A quantidade máxima dessa espécie química que pode ser utilizada com segurança, no volume de água tratada em uma hora, nessa Estação, é:

(A) 1,5 kg.
(B) 4,5 kg.
(C) 96 kg.
(D) 124 kg.
E) 162 kg.

O suco extraído do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções. Misturando-se um pouco de suco de repolho e da solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala abaixo.



Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:

Material	Cor
I Amoníaco	Verde
II Leite de magnésia	Azul
III Vinagre	Vermelho
IV Leite de vaca	Rosa

4-) De acordo com esses resultados, as soluções I, II, III e IV têm, respectivamente, caráter:

(A) ácido/básico/básico/ácido.
(B) ácido/básico/ácido/básico.
(C) básico/ácido/básico/ácido.
(D) ácido/ácido/básico/básico.
(E) básico/básico/ácido/ácido.

5-) Utilizando-se o indicador citado em sucos de abacaxi e de limão, pode-se esperar como resultado as cores:

(A) rosa ou amarelo.
(B) vermelho ou roxo.
(C) verde ou vermelho.
(D) rosa ou vermelho.
(E) roxo ou azul.

Seguem abaixo alguns trechos de uma matéria da revista "Superinteressante", que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

I. "Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira...."

II. "Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio ... Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kwh."

III. "Na hora de recolher o lixo doméstico... quase 1 kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal; 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro."

6-) No trecho I, a matéria faz referência ao tratamento necessário à água resultante de um banho. As afirmações abaixo dizem respeito a tratamentos e destinos dessa água. Entre elas, a mais plausível é a de que a água:

(A) passa por peneiração, cloração, floculação, filtração e pós-cloração, e é canalizada para os rios.

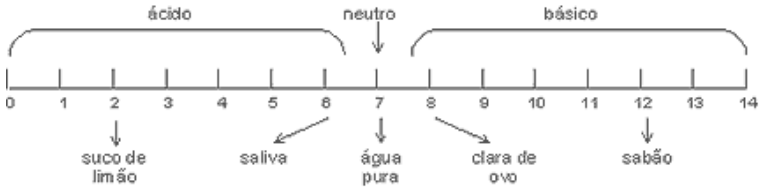
(B) passa por cloração e destilação, sendo devolvida aos consumidores em condições adequadas para ser ingerida.

(C) é fervida e clorada em reservatórios, onde fica armazenada por algum tempo antes de retornar aos consumidores.

(D) passa por decantação, filtração, cloração e, em alguns casos, por fluoretação, retornando aos consumidores.

(E) não pode ser tratada devido à presença do sabão, por isso é canalizada e despejada em rios.

O pH informa a acidez ou a basicidade de uma solução. A escala abaixo apresenta a natureza e o pH de algumas soluções e da água pura, a 25°C.



Uma solução desconhecida estava sendo testada no laboratório por um grupo de alunos. Esses alunos decidiram que deveriam medir o pH dessa solução como um dos parâmetros escolhidos na identificação da solução. Os resultados obtidos estão na tabela abaixo.

Aluno	Valor de pH
Carlos	4,5
Gustavo	5,5
Simone	5,0
Valéria	6,0
Paulo	4,5
Wagner	5,0
Renata	5,0
Rodrigo	5,5
Augusta	5,0
Eliane	5,5

7-) Da solução testada pelos alunos, o professor retirou 100ml e adicionou água até completar 200ml de solução diluída. O próximo grupo de alunos a medir o pH deverá encontrar para o mesmo:

(A) valores inferiores a 1,0.

(B) os mesmos valores.

(C) valores entre 5 e 7.

(D) valores entre 5 e 3.

(E) sempre o valor 7.

As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

ÁGUA MINERAL NATURAL

Composição química provável em mg/L

Sulfato de estrôncio	0,04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143,68
Bicarbonato de sódio	42,20
Cloreto de sódio	4,07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07

Características físico-químicas

pH a 25°C	10,00
Temperatura da água na fonte	24°C
Condutividade elétrica	$4,40 \times 10^{-4}$ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	288,00 mg/L

CLASSIFICAÇÃO:

"ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA"

Indicadores ácido base são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução.O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25°C

Indicador	Cores conforme o pH
Azul de bromotimol	amarelo em pH ≤ 6,0; azul em pH ≥ 7,6
Vermelho de metila	vermelho em pH ≤ 4,8; amarelo em pH ≥ 6,0
Fenolftaleína	incolor em pH ≤ 8,2; vermelho em pH ≥ 10,0
Alaranjado de metila	vermelho em pH ≤ 3,2; amarelo em pH ≥ 4,4

8-) Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na "água mineral fraudada", à temperatura de 25°C, gotas de:

(A) azul de bromotimol ou fenolftaleína.

(B) alaranjado de metila ou fenolftaleína.

(C) alaranjado de metila ou azul de bromotimol.

(D) vermelho de metila ou azul de bromotimol.

(E) vermelho de metila ou alaranjado de metila

9-) As seguintes explicações foram dadas para a presença do elemento vanádio na água mineral em questão

I. No seu percurso até chegar à fonte, a água passa por rochas contendo minerais de vanádio, dissolvendo-os.
II. Na perfuração dos poços que levam aos depósitos subterrâneos da água, utilizaram-se brocas constituídas de ligas cromo-vanádio.
III. Foram adicionados compostos de vanádio à água mineral.

Considerando todas as informações do rótulo, pode-se concluir que apenas:

(A) a explicação I é plausível.
(B) a explicação II é plausível.
(C) a explicação III é plausível.
(D) as explicações I e II são plausíveis.
(E) as explicações II e III são plausíveis.

No Brasil, mais de 66 milhões de pessoas beneficiam-se hoje do abastecimento de água fluoretada, medida que vem reduzindo, em cerca de 50%, a incidência de cáries. Ocorre, entretanto, que profissionais da saúde muitas vezes prescrevem flúor oral ou complexos vitamínicos com flúor para crianças ou gestantes, levando à ingestão exagerada da substância. O mesmo ocorre com o uso abusivo de algumas marcas de água mineral que contêm flúor. O excesso de flúor - fluorose – nos dentes pode ocasionar desde efeitos estéticos até defeitos estruturais graves. Foram registrados casos de fluorose tanto em cidades com água fluoretada pelos poderes públicos como em outras, abastecidas por lençóis freáticos que naturalmente contêm flúor.
(Adaptado da Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas - APCD, vol. 53, nº.1, jan./fev. 1999)

Com base nesse texto, são feitas as afirmações abaixo.

I. A fluoretação da água é importante para a manutenção do esmalte dentário, porém não pode ser excessiva.
II. Os lençóis freáticos citados contêm compostos de flúor, em concentrações superiores às existentes na água tratada.
III. As pessoas que adquiriram fluorose podem ter utilizado outras fontes de flúor além da água de abastecimento público, como, por exemplo, cremes dentais e vitaminas com flúor.

10-) Pode-se afirmar que, apenas:

(A) I é correta.
(B) II é correta.
(C) III é correta
(D) I e III são corretas.
(E) II e III são corretas.

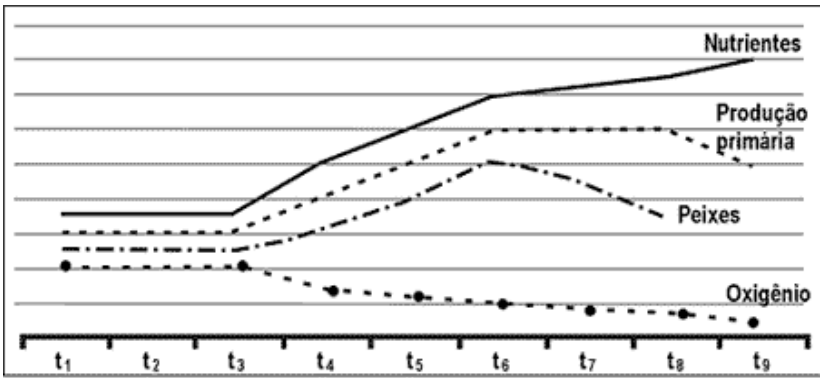
11-) Encontram-se descritas a seguir algumas das características das águas que servem três diferentes regiões.

Região I - Qualidade da água pouco comprometida por cargas poluidoras, casos isolados de mananciais comprometidos por lançamento de esgotos; assoreamento de alguns mananciais.
Região II - Qualidade comprometida por cargas poluidoras urbanas e industriais; área sujeita a inundações; exportação de carga poluidora para outras unidades hidrográficas.
Região III - Qualidade comprometida por cargas poluidoras domésticas e industriais e por lançamento de esgotos; problemas isolados de inundação; uso da água para irrigação.

De acordo com essas características, pode-se concluir que:

(A) a região I é de alta densidade populacional, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgoto.
(B) na região I ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com práticas agrícolas que estão evitando a erosão do solo.
(C) a região II tem predominância de atividade agrícola, muitas pastagens e parque industrial inexpressivo.
(D) na região III ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgotos.
(E) a região III é de intensa concentração industrial e urbana, com solo impermeabilizado e com amplo tratamento de esgotos.

12-) Os esgotos domésticos constituem grande ameaça aos ecossistemas de lagos ou represas, pois deles decorrem graves desequilíbrios ambientais. Considere o gráfico abaixo, no qual no intervalo de tempo entre t1 e t3, observou-se a estabilidade em ecossistema de lago, modificado a partir de t3 pelo maior despejo de esgoto.



Assinale a interpretação que está de acordo com o gráfico.

(A) Entre t3 e t6, a competição pelo oxigênio leva à multiplicação de peixes, bactérias e outros produtores.

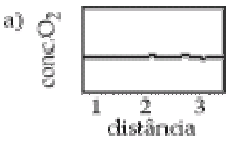
(B) A partir de t3, a decomposição do esgoto é impossibilitada pela diminuição do oxigênio disponível

(C) A partir de t6, a mortandade de peixes decorre da diminuição da população de produtores.

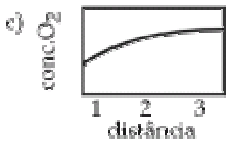
(D) A mortandade de peixes, a partir de t6, é devida à insuficiência de oxigênio na água.

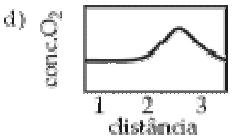
(E) A partir de t3, a produção primária aumenta devido à diminuição dos consumidores.

13-) Um rio nasce numa região não poluída, atravessa uma cidade com atividades industriais, onde recebe esgoto e outros efluentes e desemboca no mar após percorrer regiões não poluidoras. Qual dos gráficos a seguir mostra o que acontece com a concentração de oxigênio (O_2) dissolvido em água em função da distância percorrida desde a nascente? Considere que o teor de oxigênio no ar e a temperatura sejam, praticamente, constantes em todo o percurso

a)


b)

c)


d)


e)

14-) (UFRN) Concentração molar significa a razão entre:

a) a massa do soluto e massa da solução.

b) número de moles do soluto e massa do solvente, em quilogramas.

c) massa do soluto e massa do solvente.

d) número de moles do soluto e volume da solução, em litros.

e) número de moles do soluto e número de moles da solução.

15-) (UFCE) "...Os legumes também devem ser colocados de molho com a casca, durante 30 minutos numa solução de um litro de água com uma colher de sopa de água sanitária." O texto refere-se a recomendações que o jornal Folha de São Paulo (29/11/1991) faz para se evitar contaminação pelo bacilo do cólera. Se uma colher de sopa tem capacidade para 10 mL e a água sanitária usada contém 37,25g de hipoclorito de sódio (NaClO), por litro de produto, a solução para lavar os legumes tem molaridade aproximadamente igual a:

a) 0,005

b) 3,725

c) 0,745

d) 0,050

e) 0,372

16-) (UFMG) Uma cozinheira bem informada sabe que a água contendo sal de cozinha dissolvido ferve a uma temperatura mais elevada que a água pura e que isso pode ser vantajoso em certas preparações. Essa cozinheira coloca 117g de NaCl em uma panela grande. Assinale a alternativa que indica corretamente o volume, em litros, necessário de água para a cozinheira preparar uma solução 0,25M de NaCl

a) 0,125

b) 2,00

c) 8,00

d) 29,3

e) 0,372

17-) (FUVEST) A concentração de íons fluoreto em água de uso doméstico é de $5,0x10^{-5}$ mol/L. Se uma pessoa tomar 3,0L dessa água por dia, ao fim de um dia a massa de fluoreto, em miligramas, que essa pessoa ingeriu será igual a:

a) 0,9

b) 1,3

c) 2,8

d) 5,7

e) 1,5

ANEXO -17-

3º ANO – ENSINO MÉDIO
ROTEIRO DE ATIVIDADES
3º ANO DO ENSINO MÉDIO

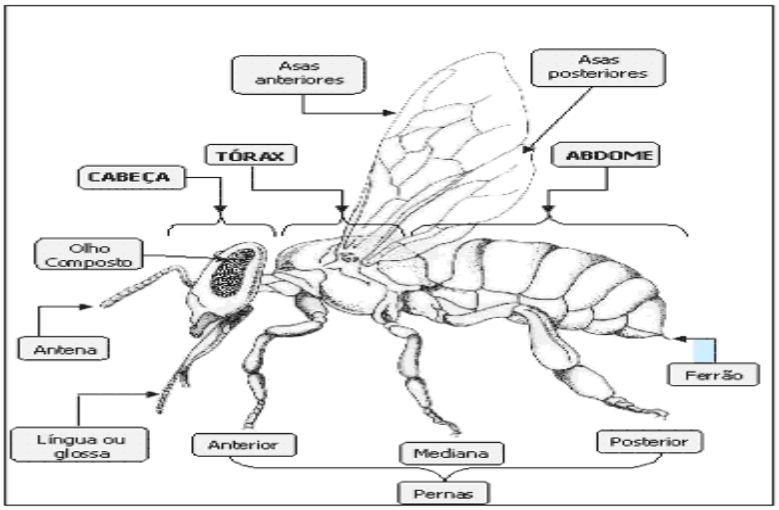
1. Assistir ao Vídeo da TV Escola : ”A vida secreta dos jardins”
2. Questão prévia ao vídeo assistido: “Que fatores levam os insetos ou pássaros serem atraídos até as flores?”
3. Discussão em sala acerca do vídeo assistido.
4. Analisar a partir de figuras a morfologia de um inseto e de uma flor.
5. Analisar o texto extraído da Revista *Ciência Hoje* denominado “De aromas de insetos e plantas”

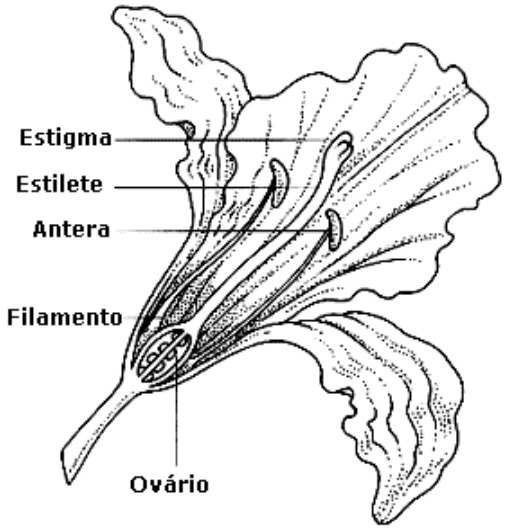
6. Diferenciação entre metabolismo primário e secundário (Química de Produtos Naturais)
7. Observação das substâncias químicas responsáveis pelos odores
8. Propriedades do carbono de se ligar entre si e com outros elementos (Química do carbono)
9. Cada um dos grupos deverá escolher uma das substâncias orgânicas representadas no texto e representá-la, indicando as ligações simples, duplas ou tríplas, utilizando bolinhas de isopor coloridas (átomos) e palitos (ligações)
10. Reconhecimento de funções orgânicas, utilizando os compostos apresentados no texto "De aromas, de insetos e de plantas"
11. Entendimento sobre isomeria nos compostos orgânicos. Escolher compostos que possuem isomeria no texto e representá-los em suas formas isoméricas.
12. Experimento 1 : Adição de água fervente em plantas aromáticas
13. Questão: Seria a água o melhor solvente para extração de óleos essenciais?
14. Experimento 2: Extração de óleos essenciais de plantas aromáticas
15. Experimento 3: Isômeros Geométricos.
16. Experimento 4: Indicadores naturais: pH e antocianidinas

ATIVIDADES

1. Questão prévia ao vídeo assistido: "Que fatores levam os insetos ou pássaros serem atraídos até as flores?".

2. Abaixo, indicamos a morfologia de um inseto e de uma flor. Verifique as estruturas em um e em outro responsáveis pela polinização. Aponte-os.





De aromas , insetos e plantas (Craveiro e Machado, 1986)

A interação inseto-planta depende da presença, no tempo certo e na quantidade apropriada, de determinados compostos voláteis, responsáveis por aromas característicos. Conhecimento pleno desse processo poderá permitir o desenvolvimento de técnicas eficaz de controle de certas pragas a partir de agentes naturais específicos e não poluentes.

Além do metabolismo primário, responsável pela produção de celulose, lignina, proteínas e outras substâncias que realizam suas principais funções vitais, as plantas também apresentam o chamado metabolismo secundário, do qual resultam substâncias de baixo peso molecular, as vezes produzidas em pequenas quantidades e responsáveis por funções nem sempre bem definidas, mas nem por isso menos importantes. Entre tais substâncias, destacam-se as voláteis, que, difundidas com facilidade a partir da evaporação, constituem um verdadeiro elo de comunicação entre a fonte produtora e o meio ambiente. Consideradas por muito tempo um mero desvio das funções vitais da planta, ela são – sabe-se hoje – fundamentais para a inter-relação dos organismos, contribuindo assim, de maneira decisiva, para a interação co-evolucionária e para o equilíbrio entre os reinos animal e vegetal. É desnecessário enfatizar a importância que o entendimento desse intercâmbio vem assumindo nos últimos anos, seja do pondo de vista da compreensão da ecologia, seja pela possibilidade de utilizá-lo no equacionamento de um dos grandes problemas da humanidade: a produção de alimentos sem o uso de substâncias agressivas à natureza, por meio do controle biológico de insetos daninhos. Afina, tudo indica que os insetos reagem às substâncias voláteis através de um mecanismo de olfato semelhante ao nosso, sentindo-se, portanto, atraídos ou repelidos pelos odores produzidos pelas plantas.

Estudos recentes tentam estabelecer a correspondência entre determinadas moléculas voláteis e aromas que produzem. Sabe-se, por exemplo, que dificilmente o aroma é produto de um único componente. Na maior parte das vezes resulta de uma variedade de substâncias, misturadas

em quantidades que raramente excedem 10 ppm. No aroma do café, por exemplo, foram identificadas, até hoje, 968 substâncias, concentradas em níveis de 1 ppm.

Nosso trabalho pretende demonstrar que os óleos essenciais, constituídos de substâncias voláteis, são muito significativos do ponto de vista ecológico e têm potenciais de uso bem mais amplos do que a simples ação cosmética e embelezadora com que a humanidade os tem empregado até hoje.

DE AROMAS

A Química do sentido do olfato é relativamente pouco conhecida. Apesar de haver extensa literatura a respeito, não existe uma teoria que explique satisfatoriamente a maneira pela qual o nariz e o cérebro reconhecem o odor. Não há dúvida, no em tanto, de que estamos diante de um mecanismo que se baseia em reações químicas deflagradas pelo contato com certas substâncias voláteis, cuja estrutura tem sido desvendada nos últimos tempos, principalmente em decorrência de usos de novas técnicas de análise e do crescente interesse científico e econômico que essa área de estudo tem despertado.

O aroma é o estímulo provocado em nosso olfato por certos constituintes voláteis. Causado em geral – como mostra a figura 1 – por misturas muito complexas de constituintes químicos, resulta na maioria das vezes em uma resposta que envolve simultaneamente nossos sentidos do sabor e do odor. Há casos, porém, em que são poucos os compostos presentes (o aroma a maça argentina, por exemplo, é uma combinação de (E)-2-hexanal, hexano e etil-2-buritano de metila) e outros em que o aroma natural emana de uma única substância (figura 2).

1

Concentração de voláteis em alguns aromas

Aroma	Concentração (ppm)*	Nº de constituintes químicos
Cebola	900	96
Café torrado	1	948
Morango	10	324
Abacaxi	11	59
Pimentão	20	106
Maracujá	12	244

*parte por milhão

2

Aromas constituídos por uma única substância

Substância	Aroma	Ocorrência natural
Aldeído benzóico	amêndoas	amêndoas
Aldeído cinâmico	canela	óleo de canela
Vanilina	baunilha	*Vanilla planifolia*
Maltol	açúcar queimado	caramelo e malte
Sinensal	bergamota	laranja-da-terra
Anetol	anis	óleo de anis
Limoneno	laranja	óleo de casca de laranja
Pineno	pinho	essência de terebintina

Nas misturas odoríferas, a intensidade e a quantidade do aroma não estão necessariamente associadas aos componentes presentes m maior proporção. Ainda não foi possível, contudo, estabelecer regras que correlacione aroma e estrutura química, a despeito de todos os esforços de pesquisa realizados. Trabalhos muito interessantes já constataram que a capacidade de os compostos orgânicos impressionarem os sentidos pode variar com um simples rearranjo espacial dos seus átomos. Tais compostos, chamados pares enancioméricos ou isômeros ópticos, possuem as mesmas propriedades químicas, mas podem apresentar propriedades organolépticas (sabor e odor) diferentes. Além disso, particularizam-se pela propriedade de girarem o plano da luz polarizada para a direita (dextrogiros) e para a esquerda (levogiros). Exemplo do primeiro caso é a da (+)carvona, isômero dextrogiro com aroma de cominho; já a (-)carvona é um isômero levogiro, responsável pelo aroma característico da hortelã.

A sensibilidade do olfato também depende das estruturas e das funções orgânicas das substâncias. Cada uma delas contribui de maneira particular para a composição do aroma total, geralmente expresso em unidades de odor, que são as quantidades mínimas de odor, que são as quantidades mínimas de substâncias que o olfato humano pode perceber, mostradas na figura 3.

3

Quantidade mínima de substância volátil percebida pelo olfato humano

Substância	Quantidade em água (ppm)
Acetona	450.000
Diacetil	4
Butirato de etila	0,1
(Z)-3-hexenal	0,25
Hexenol	70
Mirceno	15
Linalol	6
Limoneno	10
Terpineol	350
Sinensal	0,05
Humuleno	160
Cariofileno	64
(+)Nootcatona	1

Atualmente são conhecidos cerca de 150 tipos de odores, dos quais 50 já foram pesquisados com certa profundidade. A maior parte destes é constituída de misturas de 300 a 800 substâncias diferentes, que são os componentes individuais dos aromas. Já foram catalogadas 2600 substâncias nessa condição, estima-se que seu número total se situe entre 5 e 10 mil.

O conhecimento das substâncias voláteis que atuam sobre os órgãos sensoriais dos insetos vem progredindo de maneira bastante acelerada, tornando possível desenvolver técnicas de controle de ação desses poluentes. Isso significa uma poderosa arma de combate à fome. Já estão comercializados diversos produtos voláteis capazes de atrair insetos e passiveis de utilização no controle de espécies, prejudiciais à agricultura. Por outro lado, é a adição de substâncias aromatizantes ao farelo e ao leite de soja que torna esses produtos palatáveis, propiciando a incorporação de novas e importantes fontes de proteínas vegetal à alimentação humana. Os óleos essenciais da flora brasileira podem ser uma fonte alternativa para o suprimento dessa classe de substâncias.

DE INSETOS

A maior parte dos insetos é fitófaga, isto é, alimenta-se de plantas, é sua atividade exerce forte influência sobre o equilíbrio ecológico. Apesar de existir aproximadamente um milhão de espécies de insetos já classificados, apenas alguns milhares são considerados “pragas” e, destas, somente cerca de 500 causam grandes danos as plantas. Já vimos que os produtos do metabolismo secundário desempenham papel fundamental na interação entre plantas e animais, cuja coexistência se deve as propriedades dos compostos recentemente denominados substâncias aleloquímicas. Existem três tipos de substâncias que desempenham papel de mensageiros químicos no mecanismo co-evolucionário: os feromônios, que agem entre indivíduos da mesma espécie e já são largamente utilizados no monitoramento e controle de populações de insetos; os alomônios, que operam entre espécies diferentes e são benéficos aos organismos a que os produzem; e os cairomônios, que atuam ente espécies e beneficiam os organismos a que se destinam.

As substâncias aleloquímicas podem atuar como alomônios ou como cairomônios de acordo com os organismos em interação. Por exemplo, o sesquiterpeno grossipol, um metabólico do algodão, é um alomônio que limita a atividade herbívora de várias espécies de lepidópteros; ao mesmo tempo, age como estimulante de apetite no caso do gorgulho (inseto que afeta essa mesma planta), sendo, neste caso, um cairomônio. Há alguns exemplos em que o inseto seleciona a planta hospedeira atraído pelos produtos do metabolismo secundário, que também servem de alomônios. Em outros, a presença de compostos que agem como repelentes faz com que o inseto evite entrar em contato com substâncias tóxicas presentes na planta.

Acredita-se que todos os insetos foram inicialmente herbívoros polifágicos, isto é, alimentavam-se de plantas de diversos tipos. Sua especialização em determinados tipos de plantas só teria ocorrido em fases posteriores do processo evolutivo. Para que um inseto possa usar uma planta como hospedeira, é necessário que ocorra a seqüência de cinco etapas complementares: localização do habitat da hospedeira; localização da planta; aceitação do inseto; adequação inseto/hospedeira. Tudo indica que, nessas cinco etapas, não só os produtos de valor nutricional, mas também os derivados do metabolismo secundário, desempenham destacado papel. Todos os componentes devem estar presentes no tempo apropriado e na quantidade exata. A resistência de uma planta ao ataque de insetos decorre do rompimento de qualquer um dos elos da seqüência normal de eventos.

São conhecidos três tipo de resistência genética das plantas aos insetos: preferência ou não, antibiose e tolerância. A preferência de um inseto por uma planta depende muita da presença ou não de cairomônios. Plantas que não produzem as substâncias apropriadas geralmente são rejeitadas pelos insetos quer como alimentos quer como habitat durante a fase da postura; desprovidas do cairomônio necessário à alimentação de determinada espécie, são consideradas resistentes à sua ação. Como o Noé indica, ocorre antibiose quando uma planta contém antibiótico que exerce efeito biológico adverso ao inseto. A figura 4 mostra algumas classes inseticidas naturais que englobam uma variedade de produtos, alguns dos quais já comercializados. Por fim, certas espécies vegetais podem sofrer danos causados por uma população de insetos e, ainda assim, manter uma produção dentro de determinado limite, em convívio com o agressor. Esse fenômeno é conhecido como

tolerância e é um dos fatores responsáveis pela resistência de determinadas plantas aos insetos herbívoros.

Inseticidas de origem vegetal

Nome	Origem
Piretrinas	Piretro-da-dalmácia (*Chrysanthemum cinerariaemum cinerariaefolium*)
Rotenóides e rotenona	Timbós (*Derris*) e afins
Alcalóides nicotínicos	Tabaco (*Nicotiana tabacum*)
Isobutilamidas insaturadas	Piretro-romano (*Anacylus pyrethrum*)

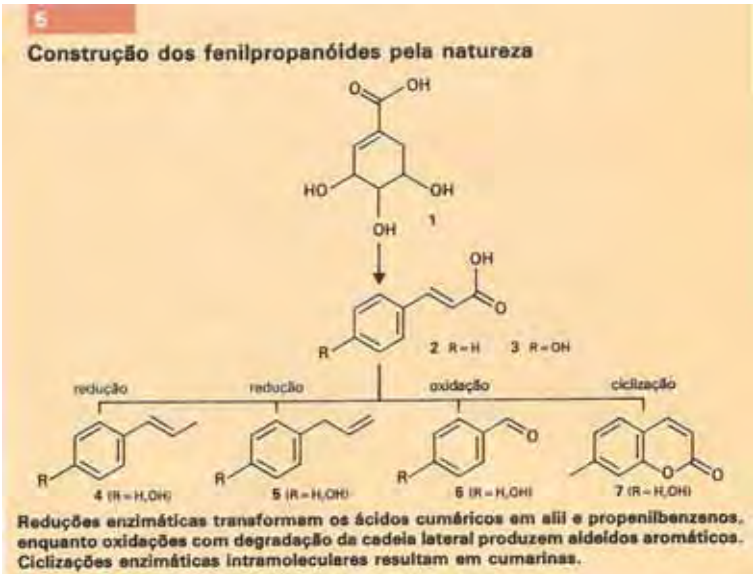
Várias espécies de plantas e de cereais úteis ao homem já foram classificadas de acordo com sua resistência a insetos. Entre elas pode se destacar a batata, o trigo, o milho, a uva, o feijão, o sorgo, o arroz e a cana de açúcar. Essa resistência é produto de uma combinação de fatores e raramente está associada a uma única substância.

A lista de compostos envolvidos na interação inseto-planta continua a aumentar diariamente. Embora ainda persistam alguns problemas para a aplicação dos métodos naturais em condição de campo, suas possibilidades futuras são extremamente promissoras face aos crescentes custos sociais e econômicos dos atuais defensivos químicos.

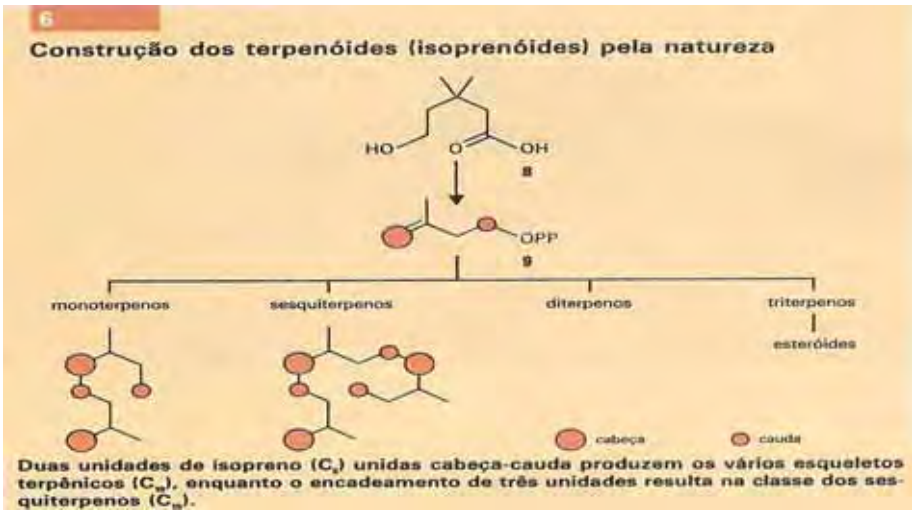
DE PLANTAS

As substâncias voláteis produzidas pelo metabolismo secundário representam grande desafio para o pesquisador porque, como vimos, exercem atividade biológica como alomônio e/ou como cairomônio. Tais produtos naturais não se formam por um único caminho, mas contém substâncias dotadas de grande diversidade de esqueletos e grupamentos funcionais como, entre outros, ácidos graxos (gorduras) e seus ésteres, hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos e cetonas, compostos acetilênicos e cumarinas. Os fenilpropanóides e, especialmente, os terpenóides são os principais constituintes dos óleos essenciais presentes em várias plantas do Nordeste.

Como mostra a figura 5, na natureza, os fenilpropanóides se formam a partir do ácido chiquímico (1), que conduz ás unidades básicas: ácido cinâmico (2) e ácido p-cumárico (3). Estes últimos, por meio de reduções biológicas, produzem propenilbenzenos (4) e/ou alibenzenos (5), e, por meio de oxidações gradativas, podem gerar aldeídos aromáticos (6); as ciclizações produzem as cumarinas (7).

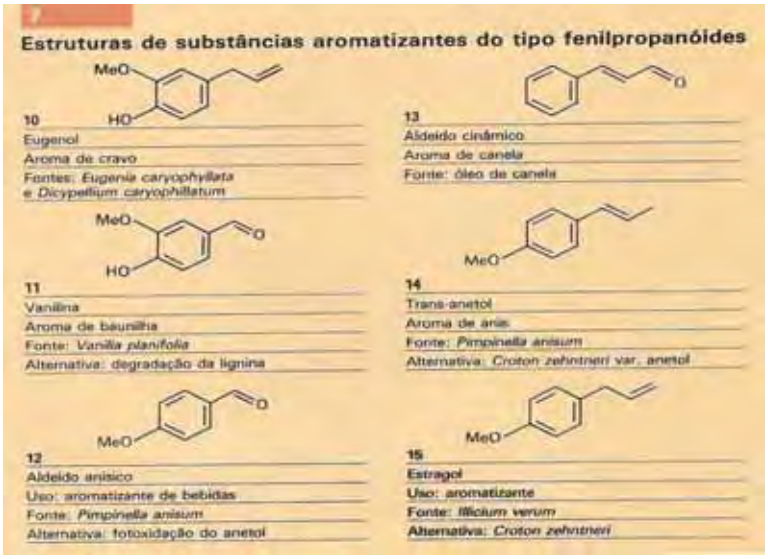


A natureza constrói os chamados terpenóides (isoprenóides) a partir do ácido melavônico (8), mostrado na figura 6, do qual obtém a unidade isoprênica, ou seja, o pirofosfato de isopentenila (9). O encadeamento cabeça-cauda da unidade isoprênica produz as diversas classes de terpenos, entre os quais os monoterpenos, compostos que contém dez átomos de carbono (C_2), e os sesquiterpenos, com quinze átomos de carbono (C_2).



Até 1974, eram conhecidos 102 tipos de fenilpropanóides naturais. As crescentes adições produzidas nessa área tornam esse valor completamente ultrapassado, embora não haja revisão recente que torne possível atualizá-lo. A maior parte dos fenilpropanóides enquadra na faixa dos voláteis com ação biológica e pertence à classe dos “arrastáveis com vapor”, isto é, substâncias que possuem baixo peso molecular e podem ser extraídas das plantas pela passagem de vapor e posterior condensação. Encontram-se, nessa classe, aromatizantes tradicionais, mostrados na figura 7, cmo o eugenol (10), obtido do óleo de cravo (*Eugenia caryophyllata*) e que tem como fontes alternativas o craveiro-do-maranhão (*Dicypellium caryophyllatum*), o craveiro-da-terra (*Pseudocaryophillus sericeus*) e o alfavacão (*Ocimum gratissimus*). Outros aromatizantes clássicos

são: a vanilina da baunilha (11) – talvez o sabor artificial mais conhecido e usado na indústria de alimentos -, o aldeído anísico (12), obtido da erva doce, e o aldeído cinâmico (13), responsável pelo aroma da canela. O transanetol (14), constituinte clássico de bebidas dos tipos anis, tem como fonte tradicional a espécie *Pimpinella anisim*, e como fonte alternativa várias euforbiáceas do Nordeste, entre as quais se destaca a conhecida canela de cunhã (*Croton zahntneri*), nome popular que acentua as boas qualidades aromáticas da planta. Seu isômero estragol (15), produzido a partir do *illicium verum*, também encontra como fonte alternativa outra espécie nordestina de *Cronton.*

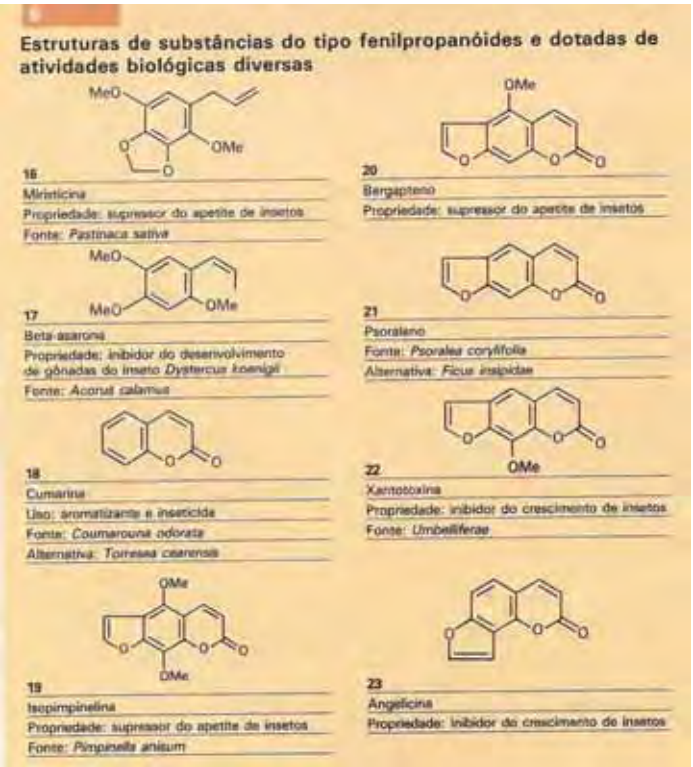


A miristicina (16), isolada da noz-moscada e da chitiva, é considerada forte supressor do apetite de várias classes de insetos (figura 8). A beta-asarona (17), presente no óleo essencial de *Acorus calamus*, tem acentuada ação antibiótica contra o inseto *Dytercus koenigii*; mas seu isômero isoasarona, presente no óleo essencial de *Pier futokadsura*, atua como supressor do apetite *Spodoptera litura.*

Com relação à cumarina (18), várias atividades são dignas de nota. Além de ser aromatizante amplamente utilizado na indústria do fumo é altamente tóxica para as larvas de *Callosobruchus maculatus*; pode ser encontrada em inúmeras plantas brasileiras, entre as quais se destacam a *Coumarouna odorata* e a *Torresea cearensis*.

As furocumarinas, tais como a isopimpinelina (19) e o bergapteno (20), apresentam atividade supressora de apetite de muitos insetos, inclusive da famosa mosca domésticas; o psoraleno (21), a xantotoxina (22) e a angelicina (23) reduzem o crescimento e a fecundidade do inseto *Papilio polyxenes*.

Estruturas de substâncias do tipo fenilpropanóides e dotadas de atividades biológicas diversas



Uma excelente revisão feita por R. H. Murray, em 1978, sobre as cumarinas naturais a existência de 502 substâncias e suas respectivas fontes naturais. Como a relação das estruturas aqui não pretende ser exaustiva, mas simplesmente exemplificadora, torna-se evidente que existem outros tipos de fenilpropanóides com atividades biológicas idênticas ou similares às mencionadas.

Sem duvida alguma, a classe mais numerosa e expressiva de compostos voláteis com atividade biológica pertence ao grupo dos isoprenóides (terpenóides). A extraordinária diversidade estrutural dessa classe de substâncias é responsável pela formação da maior subclasse de produtos naturais. Até 1976 estima-se que o numero de sesquiterpenos estava próximo de dois mil; com incorporações anuais de aproximadamente 120 novas estruturas, até o final de 1984 teríamos cerca de três mil sesquiterpenos naturais conhecidos, distribuídos em mais de cem tipos diferentes de esqueletos carbônicos. Essa riqueza de estruturas, aliada à volatilidade, determina o largo espectro de atuação desses compostos e, conseqüentemente, a especificidade de sua interação com vários organismos. Não é surpresa que se atribua as atividades mais diversas aos isoprenóides voláteis. A figura 9 apresenta as diferentes propriedades dessas substâncias, entre as quais pode-se destacar as que dizem respeito a aromas e insetos.

9

Importantes propriedades biológicas de monoterpenos e sesquiterpenos

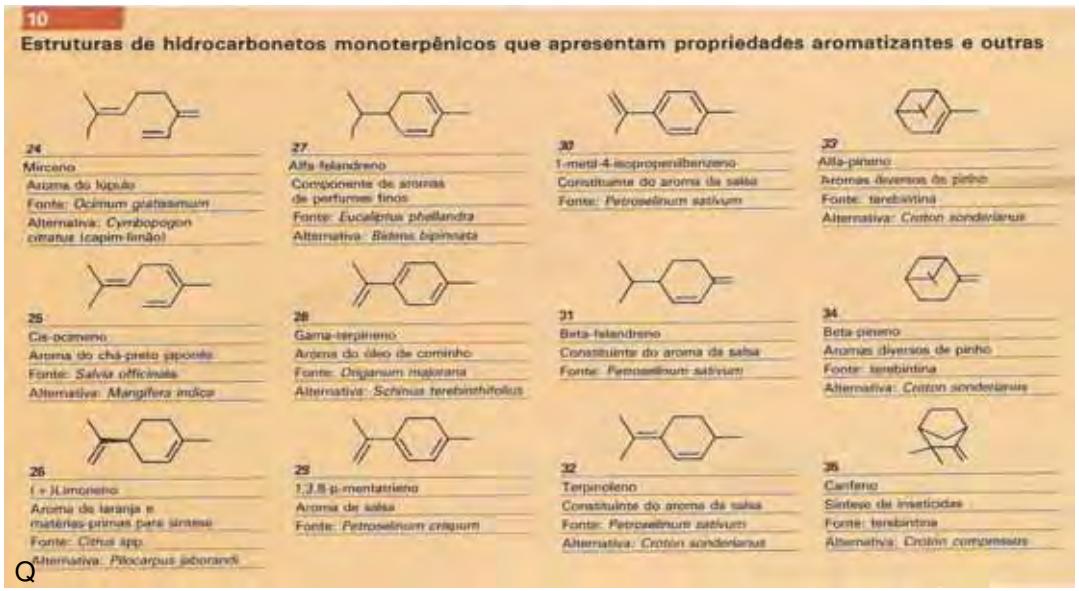
Atividade	Monoterpenos	Sesquiterpenos
Anestésica	●	●
Analéptica	●	●
Analgésica		●
Anti-helmíntica	●	●
Antiarrítmica		●
Antibiótica	●	●
Antiepiléptica		●
Anti-histamínica	●	●
Antiinflamatória	●	●
Anti-reumática	●	
Antitumoral	●	●
Diurética	●	
Expectorante	●	
Hipotensiva	●	●
Inseticida	●	
Irritante	●	●
Juvenilizante		●
Organoléptica (aroma)	●	●
Feromonial	●	●
Fito-hormônica		●
Purgativa	●	
Sedativa	●	●
Espasmolítica	●	●
Tóxica		●

A figura 10 mostra alguns hidrocarbonetos terpênicos: mirceno (24), cis-ocimeno (25), (+)limoneno (26), alfa-felandreno (27) e gama-terpineno (28), que são responsáveis por uma variedade de aromas importantes; 1,3,8-p-mentatrieno (29), 1-metil-4-isopropenilbenzeno (30), beta-feladreno (31) e terpinoleno (32) compõem o aroma típico da salsa (*Petroselinum sativum*).

A terebintina de pinheiro é fonte principal do alfa-pineno (33) e de seu isômero beta-pineno (34); estes são constituintes de diversos aromas do tipo pinho e servem de matéria-prima para a elaboração de variada gama de produtos. O terceiro monoterpeno importante obtido de terebintina é o canfeno (35), matéria-prima para a síntese de inseticidas clorados hoje em dia amplamente conhecidos e utilizados.

10

Estruturas de hidrocarbonetos monoterpênicos que apresentam propriedades aromatizantes e outras

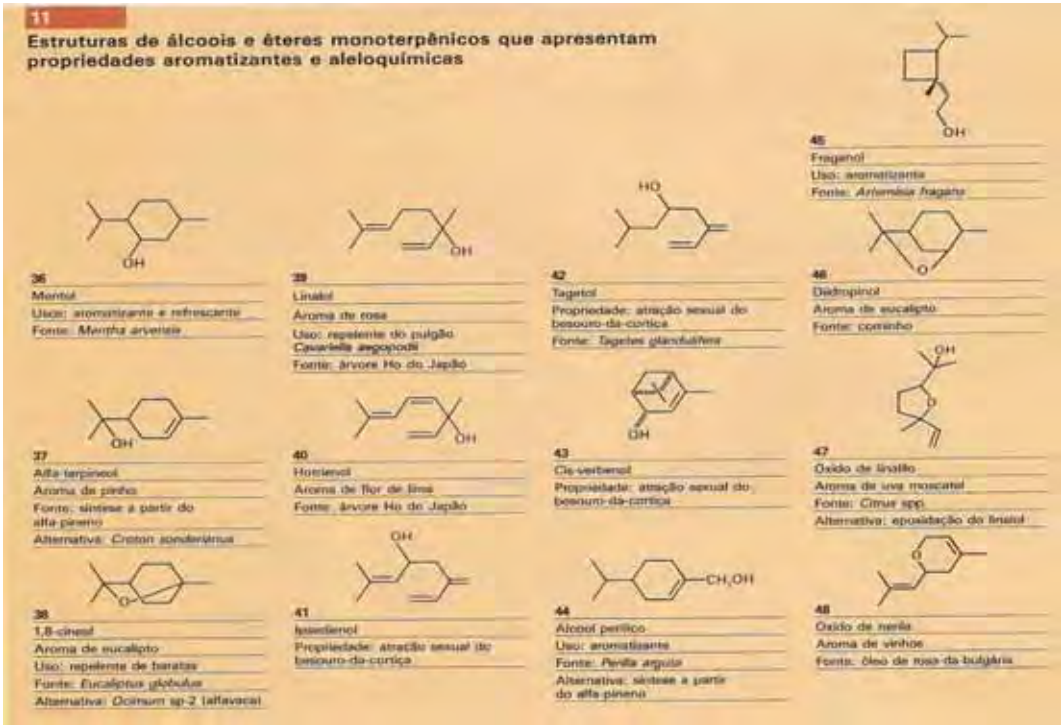


Quanto aos monoterpenos oxigenados (álcoois e éteres), já são por demais conhecidas as

propriedades aromáticas e medicinais do mentol (36), do alfa-terpineol (37) e do 1,8-cineol (38), mostrados na figura 11, mas ainda é pouco divulgada a ação desta ultima substância como repelente de insetos, notadamente da barata doméstica.

O álcool monoterpênicos linalol (39) muito conhecido e apreciado por causa do aroma da rosa, é também um forte alomônio que repele o purgão de planta *Cavariella aegopodii*. Outro álcool alicíclico com as características aromáticas da flor de lima é o hotrienol (40), obtido da fração volátil da planta japonesa Ho.

Os álcoois ipsedienol (41) e tagetol (42), juntamente com o cis-verbenol (43), são os princípios ativos do atraente sexual de certos besouros-da-cortiça; os álcoois perílico (44), da *Perilla arguta*, e fraganol (45), da *Artemisia fragans*, têm utilidade como aromatizantes. Outros importantes componentes de aromas são os ésteres cíclicos diidropinol (46), o óxido de linalilo (47) e o óxido de nerila (48), os dois últimos já comercializados como aromatizantes sintéticos.



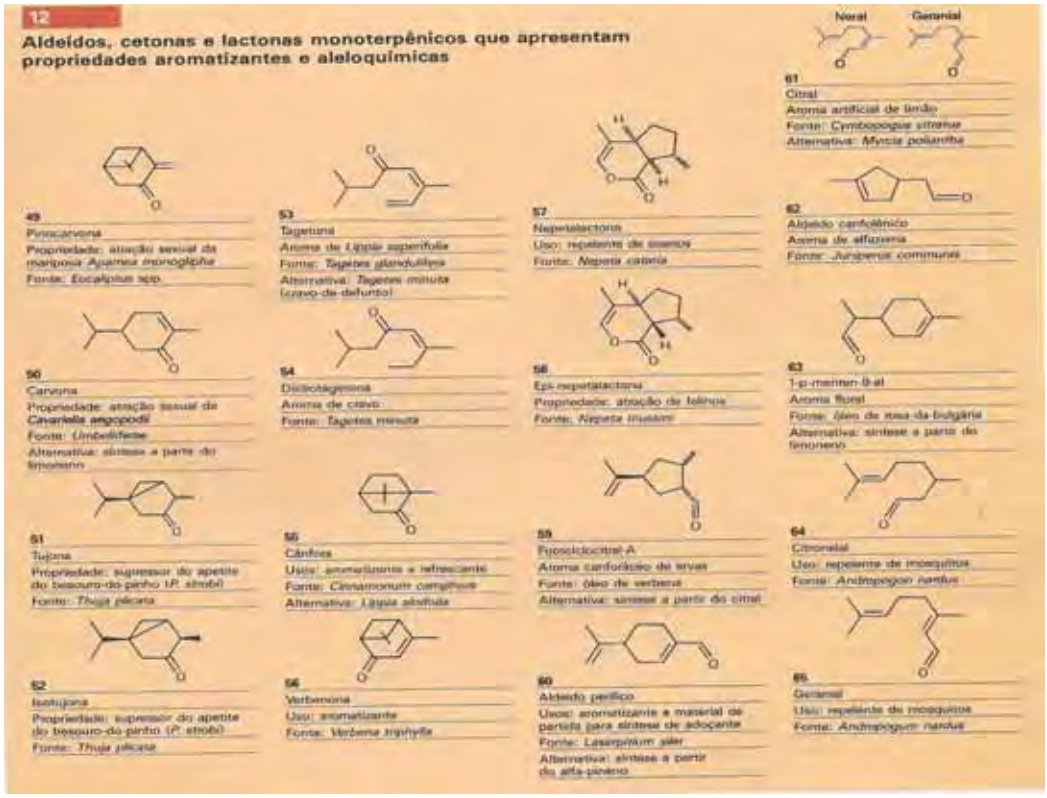
Entre as cetonas monoterpênicas (figura 12), destaca-se a pinocarvona (49) como feromônio da mariposa *Apamea monoglipha*; a carvona (50) é um cairomônio para o purgão *Cavariella aegopodii*. Merece também distinção o fato de que tanto a (+)carvona (aroma de cominho) como a (-)carvona (aroma de hortelã) têm aplicações praticas como aromatizantes. Esta ultima cetona pode ser facilmente sintetisada a partir do (+)limoneno (26), matéria-prima abundante no Brasil.

A tujona (51) e a isotujona (52) funcionam como alomônios (inibidores de apetite) para o besouro-do-pinho *Pissodes strobi*; a tagetona (53) e a diidrotagetona (54), juntamente com a cânfora (55) e a verbenona (56), são aromatizantes clássicos e de reconhecido interesse comercial. Vale mencionar a existência de uma fonte alternativa para a cânfora numa planta verbenácea do Nordeste, *Lippia alnifolia*.

Cumpre observar as ações completamente diferentes dos iridóides nepetalactona (57) e seu isômero, a epi-nepalactona (58): o primeiro constitui um poderoso repelente para 17 espécies de insetos e o segundo atrai os felinos.

Com relação aos aldeídos monoterpênicos, o fotociclocitral-A (59), constituinte do óleo de verbena e que possui um aroma canforáceo de ervas, pode ser facilmente sintetizado a partir da aplicação de luz ultravioleta sobre o citral. O aldeído perílico (60), obtido a partir de *Laserpitium siler* e de outros vegetais, além de aromatizante é um produto utilizado comercialmente como matéria-prima na fabricação de adoçantes artificiais. Sua síntese, feita a partir do alfa-pineno, já foi realizada.

Além do citral (61) – mistura de geranial e de neral -, amplamente utilizado na fabricação de perfumes e de refrigerantes, o aldeído canfolênico (62), isolado de *Juniperus communis*, apresenta qualidades aromáticas de grande valor.



A descoberta do 1-p-menten-9-al (63) no óleo essencial do broto de algodão (*Gossypium hisurtum*) despertou interesse diante da possibilidade de obter-se uma substância aleloquímica com ação sobre o gorgulho, inseto que ataca o broto do algodão. Esse aldeído (figura 13) foi originalmente descrito por Ohloff como componente do óleo de rosa-da-bulgária. Este autor conseguiu obter a síntese do 1-p-menten-9-al por oxidação do álcool (66). A mesma síntese feita a partir do diol (67) e em presença de tetra-acetato de chumbo não produziu o aldeído esperado. Tentou-se uma terceira alternativa a partir do epóxido (68) obtido do (+) limoneno (26), através de uma nova reação de epoxidação. O aldeído resultante do rearranjo do epóxido (68) em presença de BF_3 apresenta característica física e espectral idênticas ao produto obtido por Ohloff, e que leva a supor que o produto resultante da reação do diol (68) com Pb(OAc) seja o alfa-hidroxialdeído (69).

O último grupo de substâncias voláteis a ser analisado engloba os sesquiterpenos e seus derivados, dos quais mais de 500 representantes já foram classificados em termos de aromas, apesar de serem apenas 20 os que parecem apresentar alguma importância na formação dos odores básicos. Também merecem destaque o fato de que essas substâncias atuam cada vez mais na comunicação entre plantas e insetos.

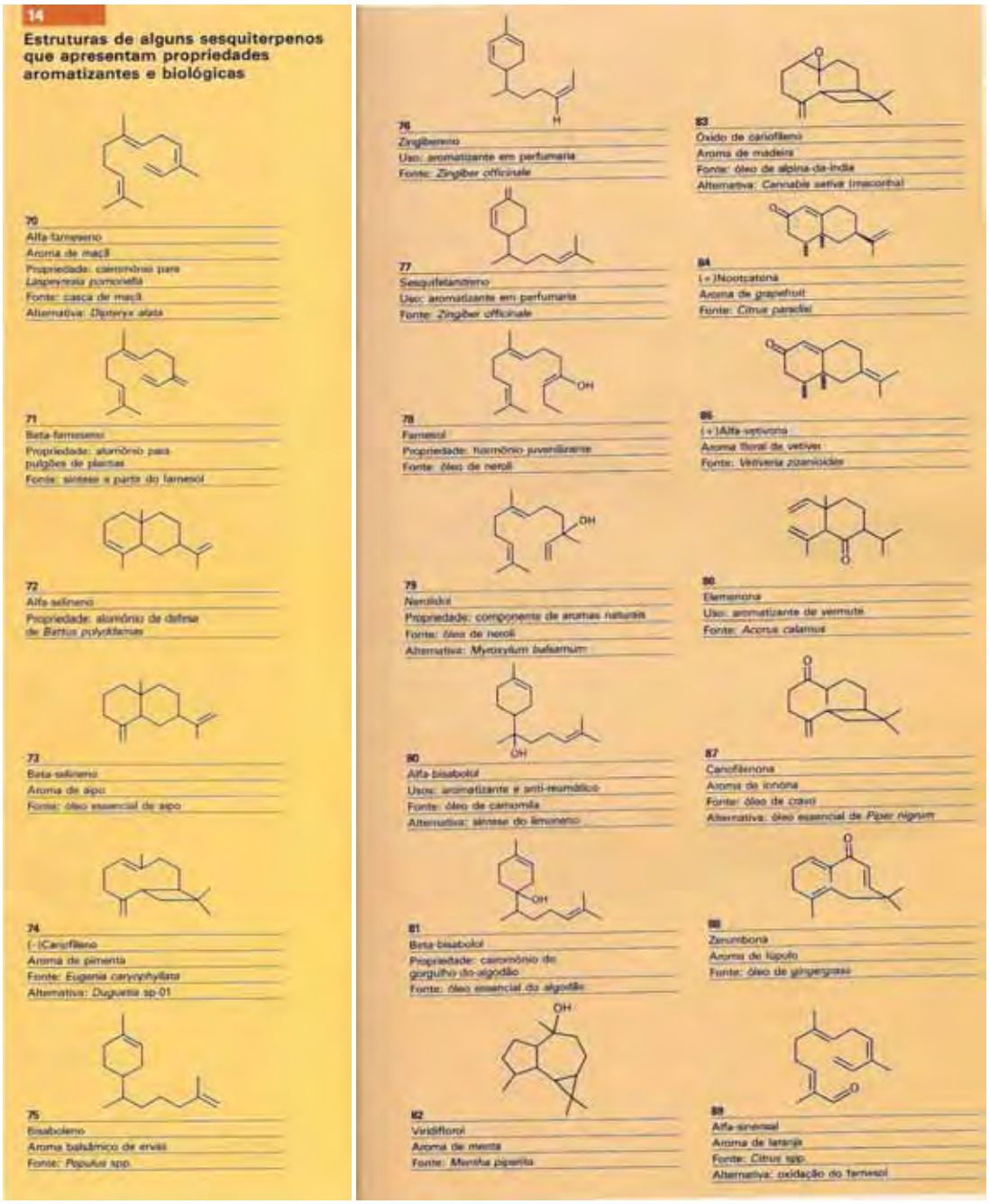
Os farnesenos esterioisoméricos (70 e 71) – assim chamado porque apresentam isomeria geométrica com relação à posição da dupla ligação – parecem ser as substâncias que mais contribuem na constituição do aroma da maçã, e a eles se atribui o escurecimento da superfície dessa fruta quando armazenada. Mais importante ainda é o fato de esses sesquiterpenos atuarem como substância atraente para a mariposa *Laspeyresia pomonella*, agimdo sobre as fêmeas fecundadas e sobre as larvas recém eclodidas, o que faz desses insetos uma das maiores pragas dos pomares. O alfa-farneseno (70), descoberto em 1967, está presente em pequenas quantidades em vários óleos essenciais (figura 14). Foi recentemente detectado em quantidades significativas em óleos extraídos dos frutos de *Dipteryx alata*, o que sugere o uso de tal planta como fonte alternativa desse tipo de cairomônio. O beta-farneseno (71), que pode ser preparado a partir do farnesol, tem forte poder repelente para alguns pulgões que infestam plantas de alta importância econômica. Na classe dos selinenos, o isômero alfa (72) funciona como alomônio de defesa lepidóptero *Battus polyddamas*. O beta-salineno (73) é o principal responsável pelo aroma do aipo. O (-) cariofileno (74) tem aroma de pimenta e os bisabolenos (75) têm aroma balsâmico de condimento. Entre os hidrocarbonetos sesquiterpênicos, o par de isômeros zingibereno (76) e sesquifelandreno (77), constituintes do óleo de gengibre, é, por suas propriedades organolépticas, de grande significado para a perfumaria.

O farnesol (78), que contribui de maneira considerável para o *bouquet* de champanhes francesas e norte-americanas, tem sido objeto de investigações profundas depois da descoberta de sua ação como hormônio juvenilizante. Presente em vários aromas naturais, seu isômero nerolidol (79) é um dos principais componentes do aroma de cachaças fabricadas no Ceará e envelhecidas em tonéis de bálsamo (*Myroxylum balsamum*). Estudos demonstraram a presença do nerolidol como um dos componentes mais significativos da fração volátil da madeira dessa planta. Atribui-se ao alfa-bisabolol (80), componente do óleo de camomila, além da função aromatizante, a propriedade antiflogística (antiiflamatória) do referido óleo. O beta-bisobolol (81), isolado do óleo essencial da flor do algodoeiro, tem aroma de flor de maçã e é um atrativo moderno para o gorgulho que infesta o algodão. Sesquiterpenos tricíclico presente na *Mentha piperita*, o viridiflorol (82) é o responsável pelo

aroma característico do óleo essencial dessa planta. O óxido de cariofileno (83) tem odor próprio de madeira e é um dos constituintes do óleo de alpina, originário da Índia. Esse epóxido (83) compõe o óleo essencial da maconha e é uma das substâncias mais odoríferas pelo menos para uma raça de cão, o c*ocker spaniel,* usado pela polícia para detectar a droga em aeroportos e terminais rodoviários. Esses animais são capazes de farejar cerca de um micrograma (0,000.001 grama) desse epóxido no ar e a eles se deve grande parte das apreensões de maconha nas fronteiras dos Estados Unidos. Com relação às cetonas sesquiterpênicas, verifica-se no par isomérico (84 e 85) uma extrema sensibilidade do olfato a pequenas variações estruturais. A (+) nootcatona (84) tem o aroma do pomelo (*grapefruit*) e a (+) alfa-vetivona (85) tem o odor floral dominante no óleo do vetiver. A elemenona (86), extraída do óleo de *Acorus calamus*, é um aromatizante do vermute; e a cariofilenona (87), extraído do óleo de cravo, tem propriedades organolépticas semelhantes às da ionona. Pode-se finalmente citar a zerumbona (88), obtido da espécie de *Citrus*, que têm aroma semelhante ao da laranja.

As substâncias orgânicas,aos remotamente conhecidas pelo homem revelam, a cada dia, novas funções na inter-relação entre os organismos vivos. Os monoterpenos voláteis, como se acaba de descrever, são os principais elos de comunicação entre as plantas e os insetos. Representam, desse modo, um importante segmento da ecologia química que pode sugerir algumas respostas para sugerir algumas respostas para a questão social da fome.

Uma rosa é uma rosa..., definiu um dia o poeta. Como vimos, para o químico, artista da matéria, uma rosa é muito mais do que uma rosa.



14

Estruturas de alguns sesquiterpenos que apresentam propriedades aromatizantes e biológicas

70
Alfa-farneseno
Aroma de maçã
Propriedade: caromônio para *Lasyeyreia pomonella*
Fonte: casca de maçã
Alternativa: *Dipteryx alata*

71
Beta-farneseno
Propriedade: alomônio para pulgões de plantas
Fonte: síntese a partir do farnesol

72
Alfa-selineno
Propriedade: alomônio de defesa de *Bettus polyktenes*

73
Beta-selineno
Aroma de aipo
Fonte: óleo essencial de aipo

74
(-)Cariofileno
Aroma de pimenta
Fonte: *Eugenia caryophyllata*
Alternativa: *Duguetia* sp-01

75
Bisaboleno
Aroma balsâmico de ervas
Fonte: *Populus* spp.

76
Zingibereno
Uso: aromatizante em perfumaria
Fonte: *Zingiber officinale*

77
Sesquifelandreno
Uso: aromatizante em perfumaria
Fonte: *Zingiber officinale*

78
Farnesol
Propriedade: hormônio juvenilizante
Fonte: óleo de neroli

79
Nerolidol
Propriedade: componente de aromas naturais
Fonte: óleo de neroli
Alternativa: *Myroxylum balsamum*

80
Alfa-bisabolol
Uso: aromatizante e anti-reumático
Fonte: óleo de camomila
Alternativa: síntese do limoneno

81
Beta-bisabolol
Propriedade: caromônio do gorgulho-do-algodão
Fonte: óleo essencial do algodão

82
Viridiflorol
Aroma de menta
Fonte: Menha piperita

83
Óxido de cariofileno
Aroma de madeira
Fonte: óleo de alpinia-da-índia
Alternativa: *Cannabis sativa* (maconha)

84
(+)Nootcatona
Aroma de grapefruit
Fonte: *Citrus paradisi*

85
(+)Alfa-vetivona
Aroma floral de vetiver
Fonte: *Vetiveria zizanioides*

86
Elemenona
Uso: aromatizante de vermute
Fonte: *Acorus calamus*

87
Canofilenona
Aroma de ionona
Fonte: óleo de cravo
Alternativa: óleo essencial de *Piper nigrum*

88
Zerumbona
Aroma de lúpulo
Fonte: óleo de gengergrass

89
Alfa-sinensal
Aroma de laranja
Fonte: *Citrus* spp.
Alternativa: oxidação do farnesol

3. De acordo com o texto “De aromas, de insetos e de plantas”, o que se entende por metabolismo primário e metabolismo secundário nas plantas? Os produtos responsáveis pela interação inseto-planta são considerados metabólitos primários ou secundários? Explique.

4. O que é a **Química Orgânica**?

Química Orgânica é a parte da Química que estuda os compostos do carbono. Consequentemente, os compostos do carbono são chamados **compostos orgânicos**. Eles são muito comuns e importantes na nossa vida diária. De um modo mais amplo, podemos dizer que os compostos orgânicos constituem a parte fundamental de todo CICLO DE VIDA existente na Terra, o qual pode ser assim resumido:

$CO_2 + H_2O + \text{Luz} \rightarrow$ compostos orgânicos $+ O_2$ (nos vegetais)

Compostos orgânicos $+ O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O +$ Energia (nos animais)

Vice-versa, QUÍMICA INORGÂNICA ou MINERAL é a parte da Química que estuda os compostos que não têm carbono, isto é, os compostos de todos os demais elementos químicos. Apesar disso, o número de "compostos inorgânicos" conhecidos é muito menor que o de compostos orgânicos.

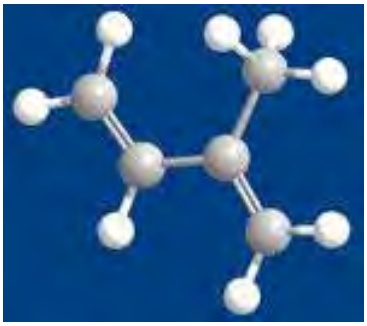
Em verdade, essa divisão de QUÍMICA ORGÂNICA e QUÍMICA INORGÂNICA é apenas didática, pois as leis que explicam o comportamento dos compostos orgânicos são as mesmas que explicam o dos inorgânicos. Além disso, existem substâncias, como, por exemplo, CO, CO_2, H_2CO_3 e carbonatos, HCN e cianetos, etc., que são consideradas **compostos de transição**, pois **encerram carbono** mas têm propriedades mais próximas às dos **compostos inorgânicos.**

5. Leitura do texto "De aromas de insetos e plantas"

6. Observar as fórmulas dos compostos orgânicos contidos no texto lido e verificar características do átomo de carbono: tetravalência, formação de encadeamentos, etc.

7. Após leitura, escolher qualquer um dos compostos do texto para montagem da molécula (fórmula estrutural), utilizando bolinhas de plástico coloridas para indicar os átomos e palitos de madeira para indicar as ligações.

Exemplo:



8. Com o auxílio dos modelos construídos, escrever as fórmulas moleculares dos compostos escolhidos.

9. Escrever fórmulas dos compostos apresentados no texto e identificar funções orgânicas (reconhecimento de grupamentos funcionais).

10. Verificar a possibilidade de existência de isomeria (E/Z). Construir compostos isômeros utilizando as bolinhas coloridas e palitos.

ANEXO -18-

11. EXPERIMENTO 1. ADIÇÃO DE ÁGUA FERVENTE EM PLANTAS AROMÁTICAS

Questões Prévias:

1. Por que sentimos tão intensamente os odores das plantas aromáticas ao colocá-las em água fervente? Explique.

PROCEDIMENTO:

a. Coletar diferentes plantas aromáticas.
b. Aquecer água destilada em um béquer e acrescentar a planta escolhida.
c. Observar odores.

Questões Pós-experimentação:

1-) Após colocarem as espécies aromáticas em água quente e sentir o aroma que se desprende, responda: “Seria a água o melhor solvente para extração dos “aromas” (óleos essenciais)?

2-) Pesquisar sobre a solubilidade de compostos orgânicos em diferentes solventes.

12. EXPERIMENTO 2. BRINCANDO COM BEXIGA: O QUE ACONTECE QUANDO MUDAMOS SUA TEMPERATURA?

Verifique a relação entre temperatura e o volume dos gases e tente elaborar um modelo que explique o seu comportamento.

Material

- duas garrafas descartáveis de água mineral (500 mL)
- dois balões de festa (Bexigas)
- dois recipientes de tamanho suficiente para colocar as garrafas mergulhadas em água

- água quente
- água e gelo

Procedimento

1. Adapte um balão a cada garrafa, como mostra a foto abaixo.

2. Aperte uma das garrafas e observe. O que acontece? Justifique.
3. Mergulhe uma garrafa em um recipiente com água quente (acima de 80º C).
4. Deixe pelo menos 3 minutos, retire a garrafa da água quente, observe e anote.
5. Mergulhe a outra garrafa no outro recipiente com gelo.
6. Deixe por pelo menos 3 minutos, retire a garrafa, observe e anote.

Análise de dados

1. O que aconteceu com o gás contido na garrafa quando essa foi mergulhada em água quente? E em água fria?
2. Represente graficamente essa relação, ou seja, faça um gráfico da variação do volume em função da temperatura. Considere que você tem três pontos (situações diferentes): quente, temperatura ambiente e frio.
3. Baseando-se no gráfico confeccionado, indique qual das relações abaixo você pode estabelecer entre o volume (V) e a temperatura (T) de um gás:

a) volume é igual à temperatura (V = T).
b) V é proporcional à temperatura ($V \propto T$).
c) V é inversamente proporcional a T ($V \propto 1/T$).
d) V independe de T.

4. Represente, por meio de desenhos, o que aconteceu com as moléculas de gás em cada caso, após a variação de temperatura.
5. O número de moléculas aumentou ou diminuiu após o aquecimento e o resfriamento dos gases? Justifique.
6. Descreva uma hipótese que justifique as variações observadas para aprimorar o modelo (Química e Sociedade, 2003).

ANEXO -19-

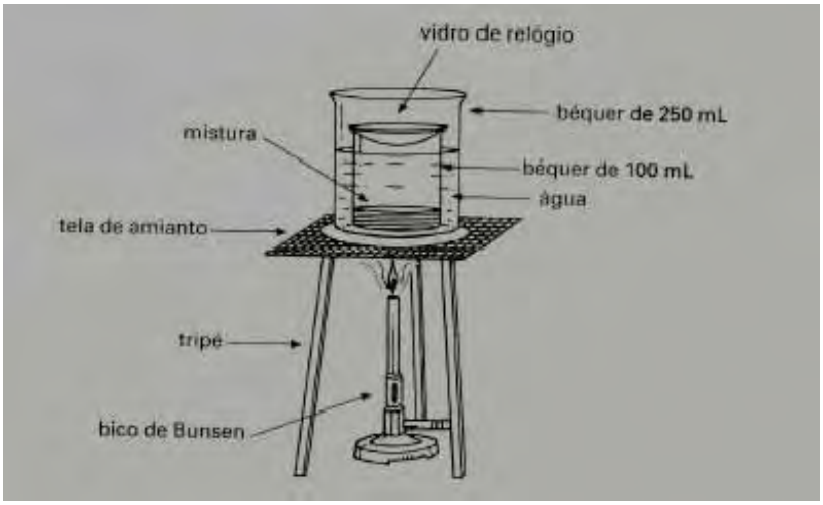
13. EXPERIMENTO 3- Isômeros Geométricos

I) Objetivo: transformar ácido maléico em fumárico.

II) Material: tubos de ensaio, proveta, vidro de relógio, béquer de 250 mL béquer de 100 mL, papel de filtro, funil, bico de Bunsen, tripé, tela de amianto, balança, suporte universal, argola, suporte para tubos, água, ácido maléico e ácido clorídrico concentrado.

III) Procedimento:

1) Colocar 6 g de ácido maléico no béquer menor, que deve estar seco.
2) Acrescentar 10 mL de água e aquecer até a dissolução do ácido maléico.
3) Retirar do aquecimento e adicionar, vagarosamente, 15 mL de ácido clorídrico. *Cuidado ao manusear o ácido clorídrico – corrosivo e libera vapores tóxicos.*
4) Tampar o béquer com o vidro de relógio e colocá-lo no banho-maria preparado no béquer maior (a água do banho-maria deve ficar acima do nível da mistura do beque menor).



5) Manter a água do banho-maria em ebulição por aproximadamente 5 minutos ou até o aparecimento de sólido no béquer menor.
6) Retirar o béquer menor do banho-maria, resfriar em água fria e filtrar.
7) Lavar os cristais, adicionando água ao papel de filtro.
8) Transferir os cristais para o vidro de relógio.
9) Colocar 1 g de ácido maléico em um tubo de ensaio e 1 g dos cristais obtidos em um outro tubo de ensaio. Acrescentar 10 mL de água em cada tubo. Agitar e observar.

IV) Discussão

1-) Escreva as fórmulas dos ácidos maléico e fumárico. Dê a nomenclatura oficial (IUPAC) dos ácidos.

2-) Como foi possível reconhecer que os cristais formados (ácido fumárico) eram diferentes dos cristais usados inicialmente (ácido maléico)?

ANEXO -20-

14. EXPERIMENTO 4: Análise volumétrica: acidimetria (Laboratório ETAPA, Biologia, Química e Física, 2ª Série Ensino Médio, 2004)

Introdução Teórica

Análise volumétrica é o processo de análise quantitativa na qual a quantidade de uma substância química existente no sistema em análise é determinada pelo *volume* de uma solução reagente de concentração conhecida.

Acidimetria é a determinação da quantidade de um ácido com o emprego de uma solução de uma base (comumente o NaOH) de concentração conhecida.

Titulação é o nome dado à operação na qual se adiciona a *solução conhecida* (na acidimetria é a solução básica), gota a gota, à *solução-problema* (de ácido) até o término da reação, que é chamado de *ponto de equivalência* ou *ponto final* da titulação; da precisão de sua medida dependerá a precisão da análise.

A determinação do ponto de equivalência na acidimetria é feita com o uso de substâncias indicadoras.

Indicadores são substâncias que "indicam" o ponto final da titulação por meio de uma mudança de cor.

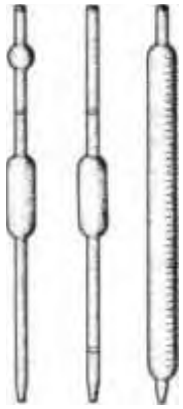
Assim, por exemplo, a fenolftaleína é um indicador que na presença de um ácido é incolor e na presença de uma base é vermelho. Se colocarmos uma pequena quantidade de fenolftaleína em uma solução ácida, esta solução permanecerá incolor; se, a seguir, gotejarmos lentamente nesta solução uma outra contendo uma base, verificaremos uma reação de neutralização. Enquanto o ácido tiver em excesso, a solução permanecerá incolor; mas quando uma gota da solução básica for adicionada e não existir mais ácido para reagir, o meio torna-se básico e aparecerá a cor vermelha. Deste modo, a fenolftaleína "indicou" o término da reação pela mudança de cor, de *incolor* para *vermelha.* A mudança de cor do indicador é habitualmente chamada *viragem do indicador*.

A aparelhagem básica usada em volumetria é:

a) *balão volumétrico*: recipiente que, quando cheio com uma solução até o traço de referência, situado no gargalo, estará contendo um volume bem definido de solução a uma dada temperatura.

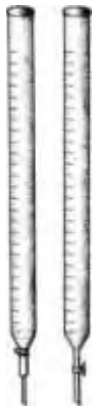
balão volumétrico

b) *pipeta:* tubo de vidro aberto nas duas extremidades que permite retirar (por aspiração) um volume bem definido de solução de um recipiente. A pipeta serve para a operação de retirada de uma alíquota.



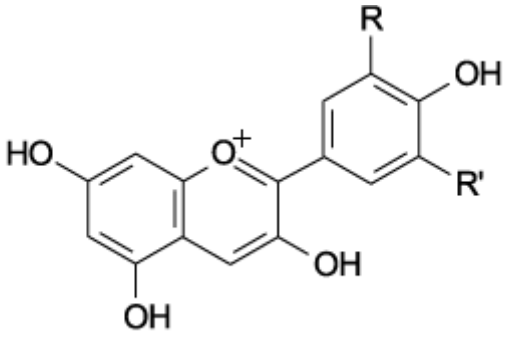
Pipetas

c) *bureta:* tubo de vidro graduado e provido de uma torneira de vidro em sua parte inferior; destina-se à operação de titulação. Inicialmente, enche-se a bureta com a solução conhecida até o nível 0 mL e goteja-se a solução contida na bureta na solução problema até o término da reação.



bureta

Muitos pigmentos (substâncias coloridas) de plantas podem ser usados como indicadores ácido-base; entre eles estão as antocianidinas. Nesta prática utilizaremos esses pigmentos como indicadores na análise volumétrica.



R_1 = H, R_2 = H → pelargonidina (vermelho)

R_1 = OH, R_2 = H → cionidina (magenta)

R_1 = OH, R_2 = OH → delfinidina (violeta intenso)

R_1 = O – CH_3 , R_2 = OH → petunidina (violeta)

R_1 = O – CH_3 , R_2 = H → peonidina (rosa)

R_1 = O – CH_3 , R_2 = O – CH_3 → malvinidina (cor-de-malva)

Quadro 1. Vegetais e coloração na viragem do indicador

Vegetal	Viragem do Indicador	Erro Experimental
Dália (*Dahlia cocciniea)*	Laranja-amarelo	0,1%
Azálea (*Rhododendron indicum)*	Rosa-verde	0,4%
Repolho-roxo (*(Brassica oferacea)*	Rosa-verde	0,3%
Violeta africana *(Saintpaulia donantha)*	Rosa-verde	0,1%
"maria-sem-vergonha" *(Impatiens sulfoni)*	Rosa-verde	0,1%

Como pode-se notar no quadro anterior, os pigmentos vegetais são ótimos indicadores porque não dão erros experimentais maiores que 0,4%.

1-) Consultando o roteiro e observando os radicais, escreva os diferentes tipos de antocianidinas, substituindo os radicais R_1 e R_2. Escreva os nomes dos compostos e indique as funções orgânicas e a sua coloração.

Resumo Esquemático do procedimento experimental:

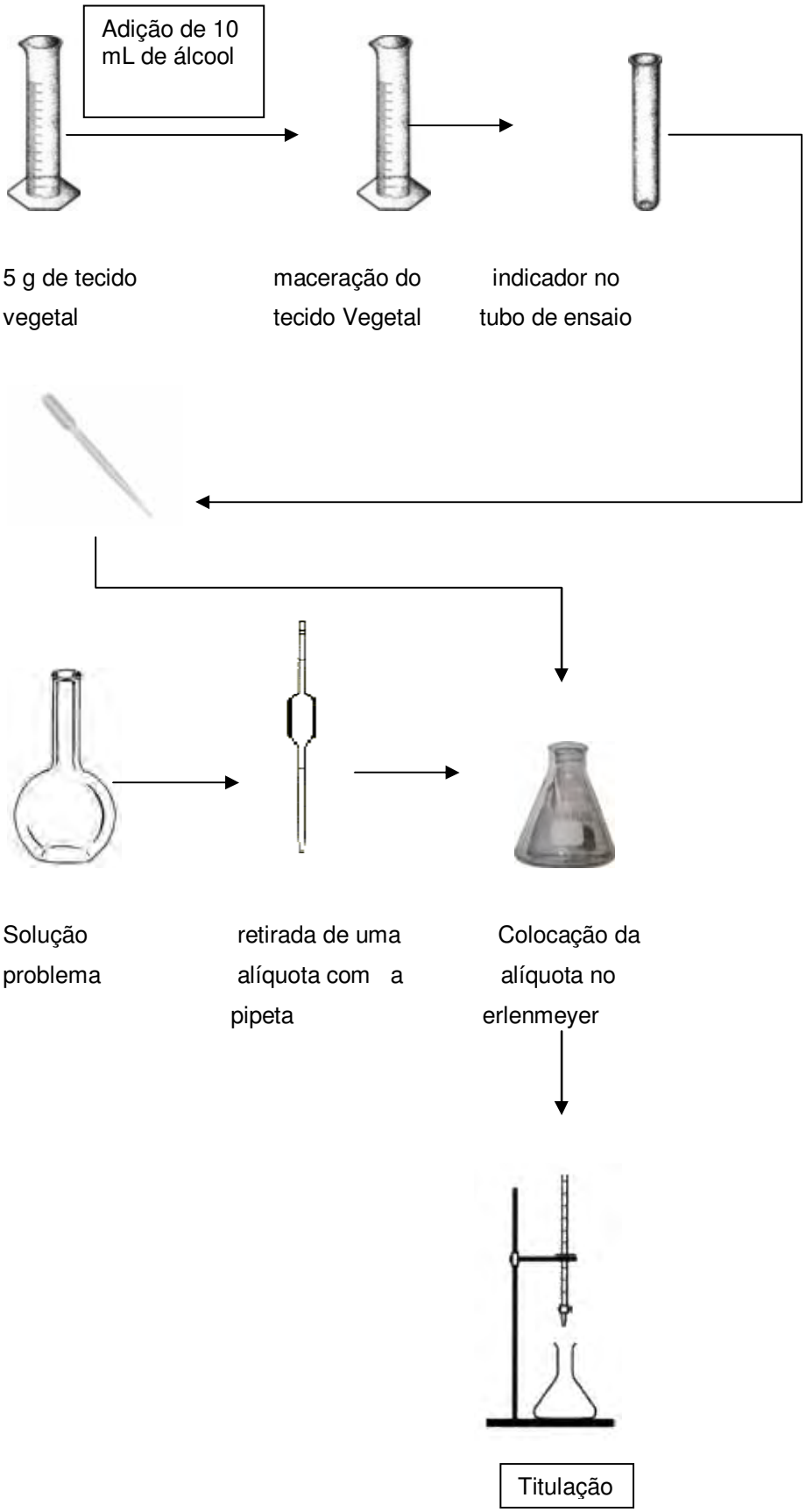


Figura : Procedimentos para titulação com extratos vegetais.

Preparo do indicador

e) Coloque 5 gramas do tecido vegetal na proveta de 50 mL, adicione 10 mL de álcool etílico e macere com a bagueta de vidro.
f) Com cuidado, passe a fase líquida para o tubo de ensaio.

Teste do indicador

Para verificar a presença de antocianidinas indicadoras e viragem do indicador, proceda da seguinte maneira:

a) Coloque 2 mL da solução tampão ácida (pH=6) e 3 gotas do extrato. Observe a cor contra um fundo branco (papel) e anote. Faça o teste no tubo de ensaio.
b) Repita o item ***a*** para a solução tampão básica (pH=8). Anote a cor.

Titulação de uma solução ácida

a) Retire com a pipeta de 10 mL uma alíquota da solução –problema. Coloque-a no frasco de erlenmeyer.

Como usar a pipeta

- Introduza a pipeta;
- Aspire cuidadosamente até 1 cm acima da marca;
- Tampe com o dedo indicador;
- Aproxime a ponta da pipeta das paredes do recipiente que contém a amostra;
- Deixe escorrer o excesso de solução, tomando o cuidado de manter a pipeta na vertical;
- Absorva a solução que está nas paredes externas da pipeta com o papel absorvente;
- *Lentamente* (± 15 segundos) escorra a solução pelas paredes do erlenmeyer.

Atenção:

- não deixe a solução respingar!!!
- Não assopre a pipeta!!!

b) Lave as paredes internas do erlenmeyer com o frasco de água destilada. Adicione 5 gotas do extrato indicador.
c) Com a torneira fechada, encha a bureta com a solução 0,1 M de NaOH, usando o funil e o béquer, até um pouco além do ponto inicial da bureta (0 mL). Coloque o béquer embaixo da bureta. Abra a torneira para acertar o ponto inicial. Acerte o menisco corretamente.
d) Adicione gota a gota a solução básica da bureta ao erlenmeyer que contém a solução-problema. Agite constantemente o erlenmeyer. Para melhor visualizar o ponto de equivalência (viragem do indicador), coloque um papel branco sobre o suporte metálico. *Anote o volume gasto de solução básica.*

e) Lave o erlenmeyer com água de torneira, enxágüe com água destilada e repita a titulação (itens *a* a *d*).

Após o experimento, responda as questões:

1-) Conceitue e /ou escreva:

a) Ácido:
b) Base:
c) Indicador. Que vegetal você usou?
d) Ponto de equivalência.
e) Escreva a equação química da reação de neutralização entre o HCl e o NaOH.
f) Viragem do indicador.

QUESTÃO: “Escreva o que acha que deve ter acontecido à solução contida no erlenmeyer à medida que se adiciona a base”.

2-) Cálculo da molaridade da solução-problema de HCl.

Dados:

Volume da primeira titulação =_____
Volume da segunda titulação = _____
Volume NaOH (médio) = _____

Número da solução problema: _____

Qual o volume da solução-problema de HCl? Mostre os cálculos.

ANEXO -21-

Texto: Vinho e saúde. Os fatos

Pesquisas realizadas no mundo inteiro atestam que o vinho faz bem ao coração. A bebida já é recomendada por entidades importantes, como a American Dietetic Association, e entrou no cardápio de hospitais conceituados, como o da Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos. Trabalhos recentes indicam que os benefícios vão além da redução de riscos cardíacos. "A cada momento se

descobre no vinho uma nova propriedade positiva para a saúde", diz André Souto, químico da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que há seis anos investiga os segredos da bebida. Composto de aproximadamente 400 substâncias, o vinho é capaz de aumentar o bom colesterol, evitar a oxidação das células, reduzir a formação de placas de gordura nas veias, dilatar os vasos e melhorar a circulação. Há estudos que indicam ainda a possibilidade de eficácia contra vírus, bactérias, alguns tipos de câncer, doenças degenerativas e males decorrentes do envelhecimento. Sabe-se que o vinho contém cerca de 200 compostos fenólicos, substâncias que agem como antioxidantes e antiinflamatórias. A mais importante delas é o resveratrol *(veja texto).*

Análises feitas nos Estados Unidos, Inglaterra, França e Dinamarca concluíram que quem bebe vinho tinto com regularidade reduz em 35% o risco de desenvolver doenças cardiovasculares. Os primeiros indícios sobre a eficiência da bebida contra doenças do coração datam do início do século XIX. Autópsias realizadas na época mostravam que a população francesa tinha menor incidência de artérias obstruídas com gordura. A constatação intrigava os médicos, que já então começavam a relacionar doenças do coração com manteiga, cremes e queijos gordos e outros ingredientes usados com fartura na culinária da França. Essa questão ganhou o nome de "paradoxo francês" e em sua solução se estabeleceu a conexão entre coração saudável e consumo diário – e comedido – de vinho. Para aproveitar as virtudes da bebida é útil saber como ela age no organismo e quais tipos de vinho oferecem mais benefícios. Os quadros a seguir contribuem para essa compreensão.

Paradoxo francês

Grandes consumidores de comidas calóricas, os franceses têm uma das mais baixas taxas de mortes por problemas do coração. Uma das razões, descobriram os cientistas, é o consumo elevado de vinho. A tabela compara três países

PAÍS	TAXA DE MORTALIDADE POR DOENÇAS DO CORAÇÃO (POR 100 000 HABITANTES)	CONSUMO PER CAPITA DE VINHO POR ANO (EM LITROS)
França	47	57
Espanha	65	34
Estados Unidos	118	7,5

Fontes: *Organização Mundial de Saúde e Office International de la Vigne et du Vin*

A supersubstância

André Fortes

O maior candidato a receber os méritos da boa performance dos tintos no corpo é um antibiótico natural chamado resveratrol, produzido naturalmente pela videira para proteger os cachos de uva contra os fungos e a umidade. Em experiências com a molécula de resveratrol isolada, os efeitos benéficos vão ainda mais longe. "Ele inibe o desenvolvimento de tumores, protege os neurônios, é um forte antioxidante, combate vírus e é

um potente antiinflamatório", enumera André Souto, químico da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Segundo um estudo publicado na revista *Nature,* o resveratrol aumentou a longevidade de leveduras, vermes e moscas em 70%. Os cientistas acreditam que, no futuro, o potencial seja aplicado a humanos.

Como o resveratrol é resultado de um sistema de proteção da planta, quanto mais agressivo o ambiente em que ela é cultivada, maior a quantidade de moléculas presentes na uva. Encontrado principalmente na casca e nas sementes das uvas, o resveratrol quase não aparece nos brancos e espumantes, feitos apenas com a polpa da fruta. Para escolher a bebida pela quantidade de resveratrol, deve-se dar preferência aos tintos franceses feitos com uva tannat, safra de 1997 – aquela em que se encontrou o máximo da substância. A informação consta de um estudo brasileiro que analisou vinhos das dez principais regiões produtoras do mundo. Eis o ranking das uvas e países que produzem vinhos com mais resveratrol, segundo a pesquisa:

PAÍS	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE RESVERATROL*
França	5,06
Brasil	2,57
Itália	1,76
Estados Unidos	1,47
Austrália	1,47
Portugal	1,40
Grécia	1,29
América do Sul	1,21
Japão	0,19
UVA DE BASE DO VINHO	**CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE RESVERATROL***
Tannat	4,2
Merlot	4,0
Pinotage	3,4
Pinot noir	2,9
Cabernet sauvignon	1,8
Cabernet franc	1,6
Gamay	1,5

*Em miligramas por mililitro

Os múltiplos efeitos

A dose diária admitida pelos médicos para ter os efeitos benéficos do vinho é de duas taças para os homens e uma para as mulheres. As pesquisas mostram que esse consumo moderado diminui sensivelmente a mortalidade tanto em relação aos abstêmios quanto na comparação com os que

exageram nas doses. A seguir, as principais linhas de pesquisa que apontam benefícios relacionados a substâncias presentes nas uvas escuras:

Doenças cardiovasculares

Uma dieta rica em gorduras gera a formação de placas que atrapalham a circulação sanguínea e podem causar, entre outros problemas, o infarto. Estudos indicam que os flavonóides são capazes de evitar a formação dessas placas, além de aumentar a elasticidade dos vasos e diminuir a formação de coágulos.

Cegueira

Ao favorecer a circulação sanguínea, o vinho acaba prevenindo a doença chamada degeneração macular, principal causa de cegueira entre as pessoas com mais de 65 anos.

Úlcera duodenal

O ferimento da parede interna do intestino é causado principalmente pela ação da bactéria *Helicobacter pylori*. A ingestão controlada de álcool tem ação bactericida e pode reduzir a proliferação desses microrganismos.

Demência e Alzheimer

Ainda não há explicações claras para o mecanismo e as causas do Alzheimer, mas algumas doenças degenerativas do cérebro estão associadas ao envelhecimento das células nervosas. Os flavonóides agem contra esse processo.

Câncer

Uma pesquisa feita pelo Fred Hutchinson Cancer Research Center, de Seattle, indicou que o consumo moderado de vinho leva a uma diminuição de 6% no risco relativo de desenvolvimento de câncer de próstata.

Por dentro da taça

Montagem sobre fotos de Thomas Kremer

O vinho contém vitaminas, sais minerais, enzimas e aminoácidos. Mas as quantidades não são suficientes para fazer da bebida a melhor fonte desses nutrientes. O lado saudável do vinho está nos compostos fenólicos, um grupo de substâncias capazes de deter o efeito prejudicial dos radicais livres – responsáveis pelo processo de envelhecimento e conseqüente desencadeamento de muitas doenças degenerativas. Os antioxidantes podem ser encontrados também em outros alimentos, mas o vinho os supera.

Na quantidade de antioxidantes, uma taça de vinho tinto (150 ml) equivale a:

Poucas doses, muitos benefícios

André Perazzo

Os especialistas advertem que o mesmo vinho considerado preventivo para problemas cardíacos pode, em caso de maus hábitos, tornar-se uma ameaça à saúde. O consumo exagerado – além de uma ou duas taças por dia – pode causar cirrose hepática em dez anos e está relacionado ao desenvolvimento de câncer no sistema digestivo e até a doenças cardiovasculares. Assim como os menores devem manter distância do álcool por questões legais e porque não há comprovação de efeitos positivos com o consumo precoce, também se aconselha abstinência a gestantes, indivíduos com tendência ao alcoolismo ou portadores de diabetes descompensado, doenças cardíacas já diagnosticadas e problemas hepáticos. São casos em que o risco é maior do que qualquer benefício.

Outro medo dos cientistas é que o vinho possa ser confundido com um remédio, acabando por agravar problemas que precisam de tratamento específico. O vinho deve ser considerado complemento de um estilo de vida moderado e saudável. Ele não cura problemas decorrentes de causas convencionais das doenças cardiovasculares, como obesidade, tabagismo, sedentarismo e stress. Consultar o médico sobre o consumo de vinho é o primeiro passo para, eventualmente, fazer dele um aliado da boa saúde.

Pode ser suco de uva?

Luis Gomes de Souza

O suco de uva não tem uma concentração tão alta de resveratrol e flavonóides quanto o vinho tinto. Isso acontece por dois motivos. Primeiro, porque os sucos são produzidos com uma variedade diferente de uva, com menor concentração de resveratrol. Depois, porque o processo de fermentação do vinho faz com que o líquido passe muito mais tempo em contato com as cascas e sementes, nas quais estão 93% dos compostos fenólicos. Além disso, o envelhecimento do vinho faz com que as substâncias se combinem e dêem origem a outros flavonóides. Mas o suco também faz bem à saúde, sem o inconveniente do álcool. Uma pesquisa realizada no Instituto do Coração (Incor), de São Paulo, mostrou que a eficácia do suco contra as placas de gordura depositadas nas artérias é apenas 9% menor que a do vinho. "É possível trocar as

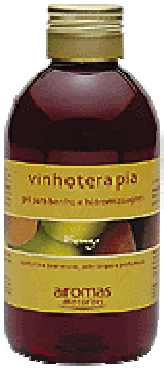
duas taças diárias de vinho por dois copos grandes do suco para ter os mesmos efeitos", diz o cardiologista Protásio Lemos da Luz, do Incor. "Isso indica que não é o álcool que tem importância decisiva na ação."

Também em cosméticos

Na região de Bordeaux, na França, nasceu um modismo da cosmetologia e da estética: a vinhoterapia. Estudos da Faculdade de Farmácia de Bordeaux mostraram que os polifenóis presentes nas sementes e na casca da uva e os flavonóides do vinho tinto teriam poder antioxidante muito superior ao das vitaminas C e E, largamente utilizadas nos cosméticos. Por essa razão, seriam excelentes aliados no tratamento antienvelhecimento da pele, evitariam o desgaste dos fios de cabelo e teriam efeito estimulador sobre a microcirculação periférica e de proteção das fibras de colágeno e elastina, responsáveis pela sustentação e elasticidade da pele. Eis alguns produtos de beleza que contêm substâncias provenientes do vinho e da uva.

Fotos divulgação

• Hidratante corporal Soin Nourissant, Caudalie, com polifenóis da uva. **107 reais.**
Ação: antienvelhecimento da pele.



• Gel para banho e hidromassagem Vinhoterapia Aromas Naturais. **29 reais.**
Ação: revigora o corpo e estimula a microcirculação sanguínea.

• Hidratante em gel Vinéfit Cool, Lancôme, com água de uvas. **141 reais.**
Ação: preserva a pele da ação de agressores externos, como a radiação ultravioleta e a poluição.

• Óleo vegetal de semente de uvas Originallis. **37 reais.**
Ação: reduz consideravelmente a perda de água pela pele, mantendo a hidratação.

Edição 1875 . **13 de outubro de 2004**

ANEXO -22

aula da semana

Edição 1875, **13 de outubro de 2004**

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – **Química e Biologia**

Explique à turma (mas só em teoria) as qualidades do vinho

Investigue as características contidas na uva que conferem à bebida algumas propriedades profiláticas

Bridgeman Art Library/Getty Images

Pintura da tumba de um nobre do antigo Egito: menção à mais velha das bebidas fermentadas

Leia também

- "Vinho e Saúde. Os Fatos", págs. 106 a 108 de VEJA

Tempo estimado

- Duas aulas de 50 minutos

Conteúdos

- Vinho: aspectos químicos e efeitos no organismo

As bebidas alcoólicas podem fazer mal à saúde – é bom que todos saibam disso antes de mais nada. Há anos, no entanto, vêm-se alardeando alguns benefícios que o consumo parcimonioso do vinho traz ao organismo. VEJA põe agora o assunto em “cálices limpos” e anuncia o que as mais recentes pesquisas têm a dizer sobre as qualidades desse fermentado. Não é só para o coração e a circulação sanguínea que a beberagem faz bem. Ela tem poder preventivo também contra as úlceras duodenais, a demência e a degeneração macular dos olhos. E tudo isso graças, principalmente, ao resveratrol – substância produzida pela videira. Convide a classe a aprofundar o conhecimento sobre o poder químico contido em cada parte da planta que fornece a mais antiga das bebidas fermentadas.

Competências segundo o Enem

- Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais e da produção tecnológica

Habilidades

- Identificar as funções químicas dos compostos de uva

topo

Para começo de conversa

Leia a reportagem com os alunos e recolha as impressões provocadas em cada um. Que conclusões podem ser tiradas? A principal é que a boa saúde está relacionada aos alimentos de forma geral e que a uva, em particular, possui substâncias com efeitos múltiplos.

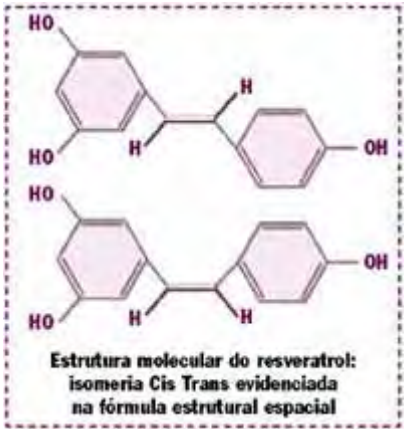
Peça que a garotada faça uma pequena interpretação do texto “A Supersubstância”, explicando o significado da palavra antioxidante. A resposta deve ser algo como redutor, ou seja, substância que inibe a oxidação. Para que o termo fique mais claro, dê como exemplo a vitamina C, encontrada na maioria de frutas e verduras. Por se tratar de um antioxidante, ela é utilizada como conservante em alguns salgadinhos – a batata frita é um deles – e inibe a rápida decomposição do produto, o que aumenta seu prazo de validade.

O resveratrol, supersubstância citada por VEJA, está presente principalmente na película da uva *(veja o quadro abaixo).* Se a turma estiver afiada, apresente as estruturas espaciais isômeras dessa substância (abaixo). Conte que o resveratrol atua como substância redutora, pois inibe a peroxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o colesterol ruim. Quando oxidadas, as LDL depositam-se nas artérias formando as placas ateromas, causadoras de infartos e derrames.

Depois, retome a leitura do quadro “Também em Cosméticos”, de VEJA, e explique que a ação anti-radicais livres do resveratrol impede ainda a oxidação do colágeno, substância que dá sustentação à pele, retardando a formação de rugas.

topo

topo



Estrutura molecular do resveratrol: isomeria Cis Trans evidenciada na fórmula estrutural espacial

Exercícios e outras atividades

Após essa explicação inicial, demonstre a ação de um antioxidante por meio de uma experiência simples. Coloque água até a metade de um copo e dissolva ali uma pastilha de vitamina C efervescente. Corte uma maçã ao meio e deixe uma

parte exposta ao ar. Na outra metade, pincele a solução de vitamina C e aguarde alguns minutos. A garotada deve notar que a parte desprotegida adquire uma coloração cada vez mais escura, devido à ação do oxigênio do ar nas moléculas das substâncias presentes na maçã. Já a parte pincelada com a solução antioxidante não escurece e tal fato pode ser comparado com o que acontece no interior do nosso organismo quando ingerimos substâncias com essa função.

Em seguida, destaque a relação da uva com o funcionamento cardíaco. A revista explica o paradoxo francês, corroborada por pesquisas que demonstram ser menor a ocorrência de doenças coronarianas nas regiões onde se consome maior quantidade de vinho, mesmo considerando uma alimentação rica em gorduras. Um estudo mais amplo deu início a uma pesquisa sobre a composição química da uva, indicada na tabela abaixo.

Calorias	78
Água	81,80 g
Carboidratos	14,90 g
Proteínas	1,40 g
Gorduras	1,40 g
Sais	0,50 g
Vitamina A	50 U.I.
Vitamina B1 (tiamina)	60 mcg
Vitamina B2 (riboflavina)	60 mcg
Niacina	0,560 mcg
Vitamina C (ácido ascórbico)	4,600 mg
Fósforo	31 mg
Enxofre	24 mg
Magnésio	4 mg
Cálcio	19 mg
Ferro	0,7 mg
Sódio	15 mg
Silício	3 mg
Cloro	1,5 mg

Vale lembrar que, além dos corantes, produtos químicos que também fazem parte da composição da fruta, os sais minerais mencionados de maior importância são os sulfatos e os fosfatos.

Proponha que os adolescentes construam várias fórmulas utilizando os ânions e os cátions citados na tabela. Tais fórmulas são referentes aos sais minerais presentes na uva.

↑topo

Para ir mais longe

Um cacho de uva é composto basicamente de duas partes: o engaço e os

bagos. O engaço, porção estrutural do cacho, é devolvido à terra para evitar problemas com a erosão e recolocar sais minerais no solo.
O bago é formado por película, polpa e sementes. Explore o quadro acima e detalhe para a classe as propriedades de cada uma.

Na fabricação do vinho com uvas coloridas, as cascas são preservadas. É isso que diferencia a presença do resveratrol nessas variedades da bebida.

O vinho resulta da fermentação do mosto de uva sã e madura – uma atividade biológica exercida por diversos tipos de leveduras. Essas leveduras agem sobre o açúcar da uva (glicose e frutose), transformando-o em álcool e gás carbônico. Como subprodutos dessa fermentação, encontramos glicerina, ácidos e outros.

O teor alcoólico do vinho resulta da fermentação do mosto, que é a transformação do açúcar em álcool.

topo

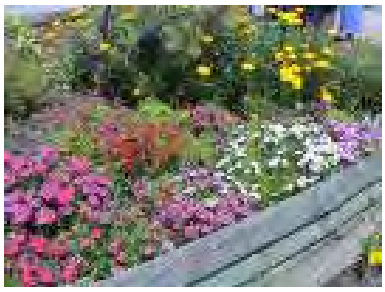
Elaborado por:

- Plano de aula criado por **Elisabete Rosa** e **Fábio Siqueira,** professores de Química do Colégio Bandeirantes, de São Paulo

ANEXO -23-

Comunicação e Química: uma linguagem química das plantas.

Agnaldo Arroio
Faculdade de Educação - USP
agnaldoarroio@yahoo.com



As cores de folhas e flores das plantas são determinadas por substâncias _ os pigmentos _ presentes em sua composição bioquímica, que absorvem determinadas faixas da luz visível e refletem o restante. O colorido que vemos é a luz refletida, que apresenta uma coloração complementar à absorvida pela planta.

Muitas das cores que vemos nas plantas dependem da presença, em folhas e em pétalas de flores, de moléculas de substâncias denominadas pigmentos (em alguns casos, a estrutura do tecido das pétalas causa um espalhamento favorável da cor azul, mesmo fenômeno que dá cor ao céu). A mudança da cor das folhas de diversas espécies de plantas, no outono, acontece exatamente em função de alterações nesses pigmentos.

A polinização é parte do processo de reprodução das plantas. Podemos vislumbrar a polinização por um mecanismo de comunicação entre estas plantas, no qual esta comunicação é mediada em geral por animais e insetos.

Portanto, para que as plantas possam se comunicar e “trocar informações” ocorrendo posteriormente a formação de fruto e semente, elas utilizam seus aromas e cores neste processo. Muitos polinizadores, que mediam este processo, visitam as plantas em busca de alimentos como suas folhas, frutos e também seu néctar e pólen. Sendo assim, o valor nutritivo do néctar e pólen, aliado com o cheiro e a cor são os instrumentos que as plantas utilizam para atrair os polinizadores.

O pólen é um elemento de alto valor proteico e energético e tem importância extrema para a planta, pois carrega sua herança genética. No processo de polinização ele é transferido dos estames aos estigmas das flores.

O processo de comunicação entre as plantas ocorre tido dia. Os polinizadores atuam tanto durante o dia como vemos os beija-flores, borboletas, vespas, besouros e etc., quanto a noite como os morcegos e mariposas, também diferentes tipos de moscas e até pulgas, assim como pode ser feita por roedores, como os camundongos, até crianças brincando no jardim podem mediar este processo. Essa mediação na comunicação é muito peculiar, pois existem polinizadores que visitam apenas uma espécie de planta, essa fidelidade é balizada pelos aspectos morfológicos da planta,

pelo cheiro e pela cor de suas pétalas. Existem, por exemplo, as "flores de abelhas", com corolas curtas e largas, geralmente amarelas ou azuis; as "flores de beija-flor", com corolas longas e estreitas, geralmente vermelhas; as "flores de borboleta", com corolas estreitas, de comprimento médio.

Para facilitar este processo de comunicação, as flores apresentam um guia do néctar, que são constituídos de marcas que fazem parte da pigmentação das flores, com a finalidade de guiar o polinizador para o centro, onde o néctar e os órgãos reprodutores, que contêm o pólen, estão presentes. Os guias de néctar existem principalmente nas flores de abelhas. Podem ser apenas uma mancha de cor contrastante sobre a cor básica da flor ou podem ter a forma de pequenos pontos ou linhas coloridas sobre a corola. Muitas vezes, esses guias são invisíveis para os olhos humanos, sendo visíveis apenas para os insetos que podem enxergar na faixa ultravioleta do espectro luminoso. Nesses casos, é possível visualizar os guias quando se ilumina a flor com luz ultravioleta.

Imagem da flor exposta à luz solar (amarela) e a imagem iluminada por luz ultravioleta, que deixa visíveis ao olho humano os guias para o néctar.

Os polinizadores em geral apresentam preferência por algumas cores, tanto as cores do espectro visível, as cores do arco-íris, quanto regiões que nós não vemos como o ultravioleta por exemplo. As abelhas tendem a ser atraídas pelas cores amarela ou azul. Mas também são capazes de perceber a região ultravioleta do espectro, que para nós é invisível. São muito sensíveis às flavonas e flavonóis, substâncias que absorvem no ultravioleta e estão presentes em quase todas as flores brancas. As abelhas são insensíveis ao vermelho, mas visitam flores vermelhas, guiadas pela presença de flavonas que absorvem luz ultravioleta.

Os beija-flores são sensíveis apenas ao vermelho e sua preferência por flores de um vermelho vivo, como os *Hibiscus*, é conhecida. Em habitats especiais podem visitar também flores brancas.

As outras classes de polinizadores mostram uma menor sensibilidade à cor das flores. Enquanto as borboletas são atraídas por flores de cor vibrante, as mariposas preferem as flores de cor vermelha, púrpura, branca ou rosa-claro e as vespas preferem cores monótonas, escuras e pardacentas. As moscas são atraídas por flores de cor escura, marron, púrpura ou verde. Os besouros e os morcegos, que são visualmente inertes à cor e dependem de outro tipo de sinais para serem levados às flores principalmente o cheiro.

As características do cheiro da planta são fundamentais. Principalmente quando pensamos na polinização que ocorre durante a noite, para atrair os polinizadores pelo odor, uma vez que o apelo visual das cores das pétalas ficam mais evidentes durante o dia. Por isso a noite sentimos mais os cheiros das "flores noturnas", seus aromas são mais fortes. As abelhas respondem fortemente ao estímulo do aroma e têm preferência pelo cheiro que conhecemos como perfume. Devido à alta sensibilidade dos insetos ao cheiro, mesmo as flores que parecem não ter cheiro ao olfato humano, contêm suficientes quantidades de substância atraente.

Existem três grandes grupos de substâncias químicas relacionadas as cores das flores: os flavanóides, os carotenóides e as clorofilas.

Os Flavanóides são uma categoria de compostos produzidos por plantas com alto potencial de bioatividade e usados numa diversa variedade de modos. As Antocianinas são os pigmentos flavanóides responsáveis pelas cores vermelho, rosa, púrpura e azul. Para os seres humanos estas substâncias têm potencial como substâncias bioativas, sendo que na natureza seu papel é atrair insetos para dispersão de sementes e pólen. Outros flavanóides podem absorver luz em comprimento de ondas menores do que os das antocianinas e, assim, não podem ser vistos pelo olho humano. No entanto, abelhas e outros insetos podem ver no ultravioleta e serem atraídos.

As antocianidinas são responsáveis pela maior parte das cores vermelha, roxa e azul que vemos nas flores. Os três pigmentos principais dessa subclasse são a pelargonidina (que reflete luz vermelha), a cianidina (que reflete luz carmim) e a delfinidina (que reflete luz roxo-azulada. A acidez do meio em que se encontram as antocianidinas também pode influir na coloração que refletem.

Os carotenóides compreendem uma família de compostos naturais, dos quais mais de 600 variantes estruturais estão reportadas e caracterizadas, a partir de bactérias, algas, fungos e plantas superiores. Carotenóides são pigmentos amplamente distribuídos na natureza, responsáveis pelas cores laranja, amarela e vermelha das frutas, verduras, flores, alguns peixes e pássaros, bactérias, algas, fungos e leveduras.

Os carotenóides também são encontrados nas folhas de diversas plantas, mas sua presença é encoberta pela grande quantidade de outro pigmento, a clorofila. A molécula de clorofila é o pigmento que, ao absorver luz nas faixas do carmim e do roxo, reflete a cor verde que vemos nas folhas. A energia absorvida pela clorofila através da luz é utilizada no processo de fotossíntese, no qual o dióxido de carbono e a água se combinam para formar carboidratos, que têm papéis estrutural e nutricional nas plantas.

Essa enorme diversidade de pigmentos, aliada às combinações geradas pela presença simultânea de diferentes pigmentos nas várias partes das plantas, explica a infinita variedade de cores encontrada na natureza.

Substâncias químicas responsáveis pela cor das flores		
Cor	**Pigmentos responsáveis**	**Exemplos**
Branco, creme	Flavonas, como a luteolina - Flavonóis, como a quercetina	95% das espécies que têm flores brancas
Amarelo	Carotenóides - Flavonol	a maioria das flores amarelas - *Primula*
Escarlate	Pelargonidina e cianidina+carotenóide	Muitas espécies, incl. *Salvia* - *Tulipa*
Marrom	Cianidina sobre carotenóide	Muitas orquídeas
Rosa	Peonidina	Peônia, *Rosa rugosa*
Violeta	Delfinidina	Muitas espécies, incl. *Verbena*
Preto (púrpura escuro)	Delfinidina em alta concentração	Tulipa negra
Verde	Clorofilas	*Helleborus*

O Caso da polinização de espécies de *Arum*

Algumas espécies de plantas do gênero *Arum* têm flores que são verdadeiras armadilhas naturais para insetos. A flor, de cor púrpura vibrante, abre à noite. Sua respiração é anormalmente rápida e sua temperatura chega a 30 °C. O calor gerado libera aminas voláteis, com cheiro desagradável (odor fecal). Moscas e besouros de esterco deixam-se atrair pelo cheiro, penetram na flor e são aprisionados por 24 horas. Não conseguem sair porque a flor possui secreção de óleo, fazendo-os escorregar. Nos seus movimentos, transferem pólen dos estames para os estigmas

Algum tempo depois, ocorrem mudanças anatômicas rápidas que provocam enrugamento da flor, fornecendo como que uma "escadinha" para o inseto subir. E, eventualmente, ele foge. É importante que o inseto escape, carregando pólen de uma planta para outra, de modo a efetuar polinização cruzada.

Feromônios de insetos e o aroma das flores

Os insetos também se comunicam através de sinais químicos. Funcionam como sinais químicos os chamados feromônios, substâncias voláteis, ativas em quantidades mínimas que, ao serem liberadas por um inseto, têm a propriedade de afetar outros insetos.

São substâncias excretadas por organismos vivos e detectadas por outros indivíduos da mesma espécie, produzindo mudanças de comportamento específicas. Estas substâncias atuam na comunicação entre os indivíduos da mesma espécie, mas existem substâncias que mediam a comunicação entre indivíduos de espécies diferentes.

Em geral são substâncias simples, como álcoois, ácidos ou ésteres alifáticos. Muitos feromônios têm natureza terpênica e são muito semelhantes às essências das plantas.

As plantas podem produzir cores e odores para atrair insetos à polinização, como vimos. Podem também adicionar a estes recursos o recurso da forma.

Um exemplo sofisticado deste tipo de interação é como as abelhas do gênero *Andrena* são atraídas para flores de orquídeas do gênero *Ophrys*. A forma e a cor da flor são de tal modo semelhantes à forma e a cor da abelha-fêmea, que chegam a confundir o macho da espécie na sua busca de acasalamento. Ele voa na direção da flor, pousa nela, e faz um "pseudoacasalamento", realizando no processo a polinização da orquídea. Além do visual que ilude o inseto, a flor utiliza uma atração olfativa. O aroma da orquídea, de fato, é uma imitação do odor sexual da abelha-fêmea. A flor não oferece nenhum néctar ao inseto e não é visitada pela abelha-fêmea. As substâncias responsáveis pelo aroma da flor são principalmente mono e sesquiterpenos da série dos cadinenos. Algumas das substâncias encontradas nas glândulas da *Andrena*-fêmea estão presentes também na flor.

Substâncias voláteis constituintes de alguns aromas florais		
Nome	Natureza Química	Origem
limoneno	monoterpeno	principal constituinte do aroma de flores de cítricos
geraniol	monoterpeno	gerânio e rosa
ß-ionona	sesquiterpeno	violeta
vanilina	aldeído aromático	encontrado em flores de orquídeas e também em baunilha
pentadecano	hidrocarboneto	flores de magnólias

1-octanol	álcool alifático	um dos constituintes do aroma exalado pelo gênero *Ophrys*

Alguns dos constituintes químicos de aromas florais desagradáveis (espécies das famílias Umbelliferae e Araceae)

Estrutura química	Nome da substância	Característica do odor
CH_3NH_2	metilamina	odor de peixe
$CH_3(CH_2)_5NH_2$	hexilamina	odor de peixe
$NH_2(CH_2)_4NH_2$	putrescina	odor de proteína em decomposição
$NH_2(CH_2)_5NH_2$	cadaverina	odor de proteína em decomposição
$C_8H_5NHCH_3$	escatol	odor de fezes

Podemos notar que as plantas utilizam os compostos e substâncias presentes na natureza em um sofisticado sistema de comunicação mediado por insetos e animais, garantindo assim seu processo de reprodução e perpetuação da espécie.

Através dos aromas e cores as plantas seduzem os agentes polinizadores, cada cor e aroma está relacionado com a presença de pigmentos, que nada mais são que substâncias químicas.

Talvez da próxima vez que observarmos uma flor no jardim, poderemos imaginar as relações existentes entre seu cheiro, sua cor, os insetos próximos e tentar compreender este magnífico e engenhoso processo de comunicação.

Bibliografia:

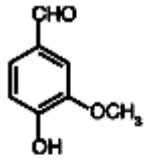
- Craveiro, A. A.; Machado, M. I. L. *De Insetos, Aromas e Plantas*, Ciência Hoje, 4 (23):54-63, 1986.
- Harbone, J. B., Introduction to Ecological Biochemistry. London, Academic Press, 1988.
- Laszlo, Pierre. *A palavra das coisas ou a linguagem da química*.Tradução: Raquel Gonçalves e Ana Simões. Lisboa: Editora Gradiva (Coleção Ciência Aberta, n.74), 1995.

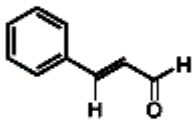
ANEXO -24-

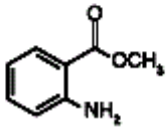
AVALIAÇÃO FINAL

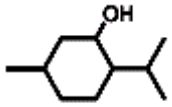
PROJETO LABORATÓRIO ABERTO (FEF/UNESP – CAMPUS DE ARARAQUARA)

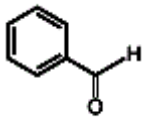
1. (U.F. Santa Maria-RS) Na saída da seção de frutas e verduras, Tomás lembrou a Gabi a tarefa de extrair uma substância que contivesse, em sua estrutura, os grupos fenol e aldeído. Qual das espécies a seguir Gabi deve escolher?

a) Baunilha 

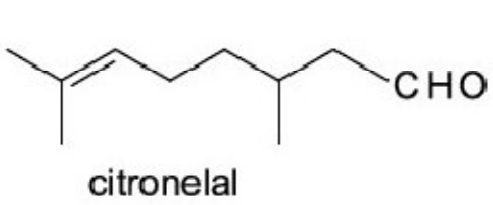
b) Canela 

c) Uva 

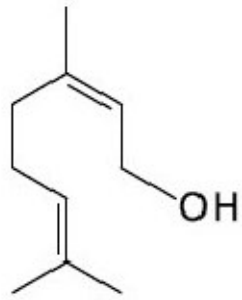
d) Hortelã 

e) Amêndoa 

2. (PUC – MG) A **citronela** é uma planta rica em **citronelal e geraniol**, substâncias que dão a ela um odor cítrico semelhante ao do eucalipto. Devido a essas propriedades, ela pode ser usada como aromatizante e em produtos de perfumaria. Além disso, a **citronela** possui outra qualidade: o cheiro que agrada aos humanos é insuportável aos insetos como moscas e mosquitos, característica que faz dela um repelente natural.



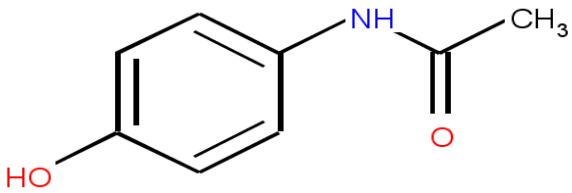
citronelal



geraniol

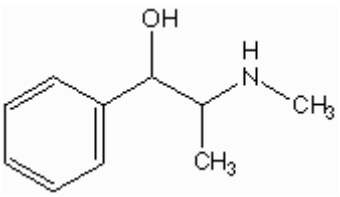
a) A fórmula molecular dos dois compostos é $C_{10}H_{18}O$.
b) O citronelal é um álcool.
c) Os compostos apresentados são inorgânicos.
d) São compostos sintéticos.

3. (PRISE – PA) O paracetamol, cuja formula estrutural plana é mostrada abaixo, é uma substância analgésica muito vendida no país em forma de remédios sob diversos nomes comerciais. Qual o número total de átomos de hidrogênio presentes nessa substância abaixo:



a) 5
b) 8
c) 9
d) 10
e) 11

4. (PUCCAMP – SP) Na Copa do Mundo de 1994, uma das substâncias responsáveis pela eliminação do craque argentino Armando Diego Maradona foi a **efedrina** (considerada como doping), cuja a fórmula estrutural é representada por:



Qual a fórmula molecular dessa substância?

a) $C_{10}H_{21}ON$
b) $C_{10}H_{20}ON$
c) $C_{10}H_{15}ON$
d) $C_{10}H_{10}ON$
e) $C_9H_{10}ON$

5. (Ita 2000) Considere as afirmações abaixo relativas ao aquecimento de um mol de gás N2 contido em um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito:

I. A massa específica do gás permanece constante.
II. A energia cinética média das moléculas aumenta.
III. A massa do gás permanece a mesma.
IV. O produto pressão x volume permanece constante.

Das afirmações feitas, estão CORRETAS

a) apenas I, II e III.
b) apenas I e IV.
c) apenas II e III.
d) apenas II, III e IV.
e) todas.

6. (FUNREI-92) Um gás é aquecido a volume constante. A pressão exercida pelo gás sobre as paredes do recipiente aumenta porque:

a. a distancia média entre as moléculas aumenta.
b. a massa específica das moléculas aumenta com a temperatura.
c. a perda de energia cinética das moléculas nas colisões com a parede aumenta.
d. as moléculas passam a se chocar com maior freqüência com as paredes
e. o tempo de contato das moléculas com as paredes aumenta.

7. (PUC MG 99). Uma das leis dos gases ideais é a Lei de Boyle, segundo a qual, mantida constante a temperatura, o produto da pressão de um gás pelo seu volume é invariável. Sobre essa relação, são corretas as afirmações abaixo, **EXCETO**:

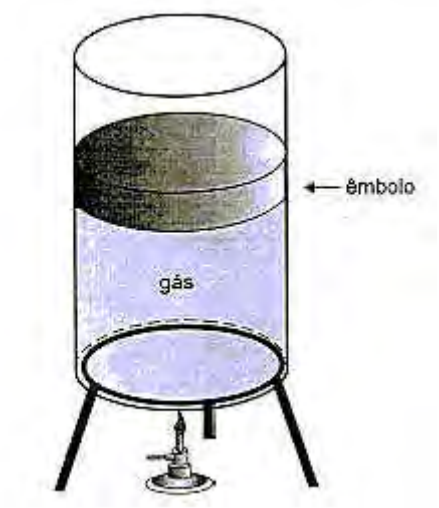
a. À temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume.
b. O gráfico pressão x volume de um gás ideal corresponde a uma hipérbole.
c. À temperatura constante, a pressão de um gás é diretamente proporcional ao inverso do seu volume.

d. À temperatura constante, se aumentarmos uma das grandezas (pressão ou volume) de um certo valor, a outra diminuirá do mesmo valor.
e. À temperatura constante, multiplicando-se a pressão do gás por 3, seu volume será reduzido a um terço do valor inicial.

8. (PUC MG 98) Um recipiente plástico está na geladeira, a uma temperatura inferior a 0 ^{o}C, parcialmente preenchido com alimento, e fechado por uma tampa de encaixe. Ao ser retirado da geladeira e mantido fechado a uma temperatura ambiente de 25^{o}C, depois de alguns minutos observa-se a tampa "inchar" e, em alguns casos, desprender-se do recipiente. Sabe-se que não houve qualquer deterioração do alimento. Sobre esse fato, é **CORRETO** afirmar que:

a. ele ocorreria, mesmo que o recipiente tivesse sido fechado a vácuo, ou seja, sem que houvesse ar no interior do recipiente.
b. houve aumento de pressão proveniente de aumento de temperatura.
c. ocorreu com o ar, no interior do recipiente, uma transformação isotérmica.
d. o valor da grandeza (pressão x volume/temperatura na escala Kelvin), para o ar do recipiente, é maior quando a tampa está a ponto de saltar do que quando o recipiente está na geladeira.
e. o resultado do experimento independe da temperatura ambiente.

9. (UFMG 98) A figura mostra um cilindro que contém um gás ideal, com um êmbolo livre para se mover. O cilindro está sendo aquecido.



Pode-se afirmar que a relação que melhor descreve a transformação sofrida pelo gás é

a. $\frac{p}{T}$ = constante
b. pV = constante

c. $\frac{V}{T}$ = constante

d. $\frac{p}{V}$ = constante

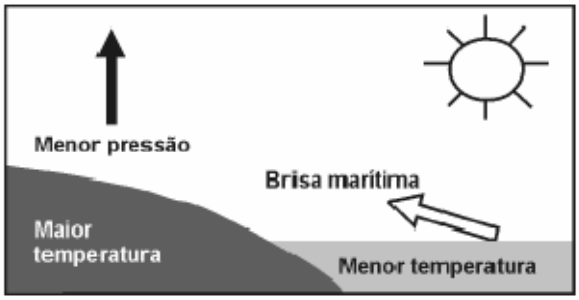
10. (ENEM-2003) Produtos de limpeza, indevidamente guardados ou manipulados, estão entre as principais causas de acidentes domésticos. Leia o relato de uma pessoa que perdeu o olfato por ter misturado água sanitária, amoníaco e sabão em pó para limpar um banheiro:

"A mistura ferveu e começou a sair uma fumaça asfixiante. Não conseguia respirar e meus olhos, nariz e garganta começaram a arder de maneira insuportável. Saí correndo à procura de uma janela aberta para poder voltar a respirar."

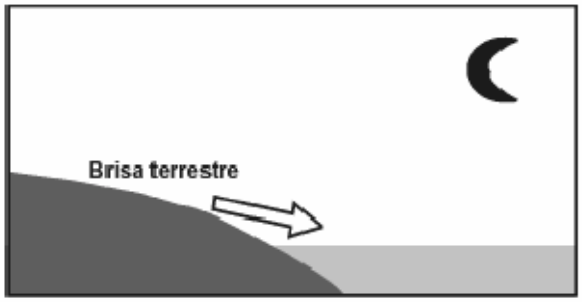
O trecho sublinhado poderia ser reescrito, em linguagem científica, da seguinte forma:

(A) As substâncias químicas presentes nos produtos de limpeza evaporaram.
(B) Com a mistura química, houve produção de uma solução aquosa asfixiante.
(C) As substâncias sofreram transformações pelo contato com o oxigênio do ar.
(D) Com a mistura, houve transformação química que produziu rapidamente gases tóxicos.
(E) Com a mistura, houve transformação química, evidenciada pela dissolução de um sólido.

11.(ENEM-2002) Numa área de praia, a brisa marítima é uma conseqüência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:



(A) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.

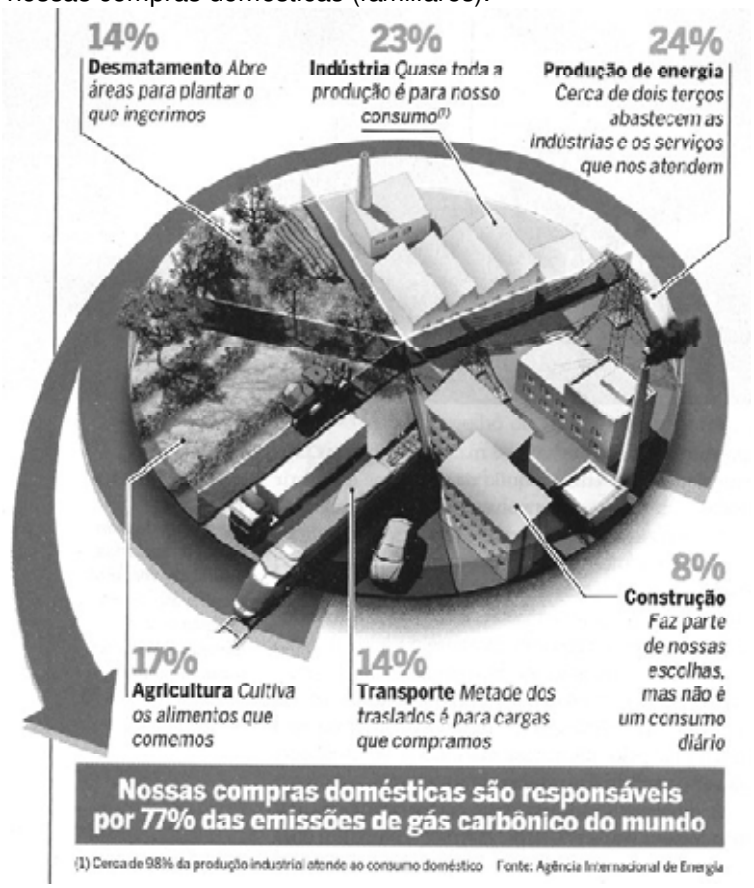
(B) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.

(C) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.

(D) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.

(E) O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

12. A figura a seguir ilustra as principais fontes de emissões mundiais de gás carbônico,relacionando as a nossas compras domésticas (familiares).



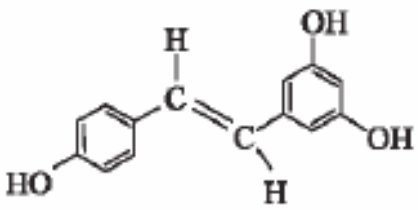
Com base nas informações da figura, é observado que as emissões de gás carbônico estão diretamente ligadas às compras domésticas. Deste modo, deduz-se das relações de produção e consumo apresentadas que

(A) crescimento econômico e proteção ambiental são políticas públicas incompatíveis.
(B) a redução da atividade industrial teria pouco impacto nas emissões globais de gás carbônico.
(C) os fluxos de carbono na biosfera não são afetados pela atividade humana, pois são processos cíclicos.
(D) a produção de alimentos, em seu conjunto, é diretamente responsável por 17% das emissões de gás carbônico.
(E) haveria decréscimo das emissões de gás carbônico se o consumo ocorresse em áreas mais próximas da produção.

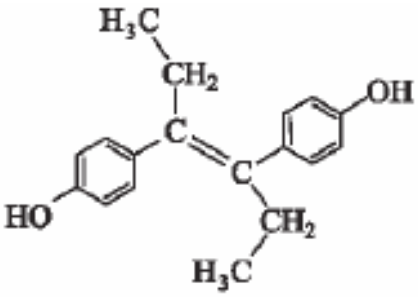
13. (ENEM-2006) Quando um macho do besouro-da-cana localiza uma plantação de cana-de-açúcar, ele libera uma substancia para que outros besouros também localizem essa plantação, o que causa sérios prejuízos ao agricultor. A substância liberada pelo besouro foi sintetizada em laboratório por um químico brasileiro. Com essa substância sintética, o agricultor pode fazer o feitiço virar contra o feiticeiro: usar a substancia como isca e atrair os besouros para longe das plantações de cana. Folha Ciência. In: Folha de S. Paulo, 25/5/2004 (com adaptações).
Assinale a opção que apresenta corretamente tanto a finalidade quanto a vantagem ambiental da utilização da substância sintética mencionada

	Finalidade	Vantagem ambiental
a)	Eliminar os besouros	Reduzir as espécies que se alimentam da cana-de-açúcar
b)	Afastar os predadores da plantação	Reduzir a necessidade de uso de agrotóxicos
c)	Exterminar os besouros	Eliminar o uso de Agrotóxicos
d)	Dispersar os besouros	Evitar a incidência de novas pragas
e)	Afastar os predadores da plantação	Aumentar a resistência dos canaviais.

14. (UNIFESP-2005) Pesquisas recentes indicam que a relação entre o consumo moderado de vinho tinto e a diminuição da incidência de doenças cardiovasculares parece esta ligada à presença da substância resveratrol em vinho e suco de uva. Acredita-se que a atuação do resveratrol se deva à sua estrutura química, semelhante à do dietilestilbestrol (DES), um estrógeno sintético que atua sobre o nível de colesterol no sangue. As formulas estruturais das duas substâncias são fornecidas a seguir.



Resveratrol



Dietilestilbestrol
(DES)

Assinale a alternativa que contém a afirmação correta sobre essas substâncias.

a) Ambas formam isômeros geométricos.
b) Ambas apresentam atividade ótica.
c) Ambas apresentam a função álcool em sua estrutura.
d) Ambas apresentam características básicas, pois contêm o grupo OH em suas estruturas.
e) Pode-se obter os ésteres das duas substâncias por reação com ácidos Carboxílico.

16- Você acaba de participar do Projeto intitulado “Laboratório Aberto”. Durante a realização do Projeto, participou de inúmeras atividades relacionadas à Química em uma perspectiva interdisciplinar contextualizada. Para uma avaliação mais efetiva do Projeto, responda as questões abaixo:

a) O que você achou do Projeto? Faça um comentário.

b) Você foi estimulado por sua Escola ou Professores a participar do mesmo?

c) O que achou das atividades propostas? Comente.

d) Você efetivamente entendeu o objetivo de cada uma das atividades propostas?

e) Qual das atividades achou mais interessante? Comente.

f) Você fez comentários sobre o Projeto com seus professores e demais colegas que não participaram?

g) Qual o grau de dificuldade encontrado por você no decorrer das atividades?

( ) fácil
( ) muito fácil
( ) médio

( ) difícil
( )muito difícil

h) Apresente alguns conceitos que aprendeu ao realizar as atividades.

i) As orientações do Professor facilitaram o aprendizado dos conceitos?

j) As interações com os colegas de Grupos e os demais ajudaram no entendimento dos conceitos?

k) Que sugestões daria para aperfeiçoarmos o Projeto?