

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

**A QUÍMICA DOS MINERAIS: UMA TEMÁTICA PARA
INVESTIGAR O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO
ENSINO DE QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ângela Malvina Durand

**Santa Maria, Brasil
2015**

A QUÍMICA DOS MINERAIS: UMA TEMÁTICA PARA INVESTIGAR O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Ângela Malvina Durand

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

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pela autora

Durand, Ângela Malvina

A QUÍMICA DOS MINERAIS: UMA TEMÁTICA PARA INVESTIGAR
O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA / Ângela
Malvina Durand.-2015.

272 p.; 30cm

Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2015

1. Experimentação 2. Ensino de Química 3. Temáticas 4.
Minerais I. Braibante, Mara Elisa Fortes II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Ângela Malvina Durand. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde**

A comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**A QUÍMICA DOS MINERAIS: UMA TEMÁTICA PARA INVESTIGAR
O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Elaborada por
Ângela Malvina Durand

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof.^a. Dr.^a. Mara Elisa Fortes Braibante (UFSM)
(Presidente/ Orientadora)

Prof. Dr. Elgion Lúcio da Silva Loreto (UFSM)
(Membro)

Prof. Dr. Wolmar Alípio Severo (UNISC)
(Membro)

Prof.^a. Dr.^a. Marlise Ladvocat Bartholomei Santos (UFSM)
(suplente)

Santa Maria, 09 de abril de 2015

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo, por ter me feito acreditar que, “Antes de ser nosso, o sonho é d’Ele”, e se eu cheguei até aqui neste dia, foi por que guiou meus passos e nunca me deixou desistir.

A N. Senhora, por sempre estar perto e me cuidando.... Quero que saibas que hoje sou infinitamente grata, pois tive a mãe mais presente do mundo me protegendo.

A minha vó Nilza, por ter repartido o pouco que possuía comigo, nunca deixando faltar amor e mostrando sempre que o melhor caminho é o da fé... Um grande tesouro que possuo hoje.

Em especial a pessoa que é mais que uma mãe, e por quem tenho um carinho infinito. Por ela serei eternamente grata por todo o apoio e ajuda em tudo o que sempre precisei. D^a Diva a senhora é um anjo que Deus me presenteou, é a DIVA mais linda do mundo.

As minhas irmãs Denise, Márcia e Simone, por toda ajuda, e por nunca terem deixado eu desistir da Química... Amo cada uma de vocês... Se Deus tirou minha mãe de sangue, foi porque eu teria mais três mulheres fazendo esse papel impecavelmente... São grandes exemplos que tenho... Essa vitória também é de vocês. Ao meu irmão Elton, por toda ajuda, carinho, troquinho e brincadeiras... Obrigada por tudo, espero um dia poder retribuir!

A minha irmã Loli, que mesmo não convivendo frequentemente, tem um lugar enorme no meu coração. Obrigada por fazer parte da minha história. Te amo!

Aos meus cunhados Elisa, Roney, Júlio e Plínio. Obrigada pelo carinho e toda ajuda que me deram.

Aos meus sobrinhos: Ana Júlia e Bernardo pela alegria de sempre.

Ao Gustavo, a quem tenho como um irmão e um carinho enorme.

As minhas pequenas Manuzinha e a Maria Clara. Minhas joias mais valiosas!

A professora Mara Elisa F. Braibante pela orientação e grandes contribuições no decorrer deste trabalho... Ao professor Hugo por tantas dúvidas tiradas e pela disposição de sempre para me ajudar. Meu muito obrigada pela amizade que foi construída e pelos momentos de discussões e conversas na salinha. Aprendi muito com vocês!

Aos meus amigos especiais e que tenho infinito carinho: Ana Cristina, Michele, Sabrina, Valesca, Pâmela, Carline, Patrícia, Lilian, Jucieli, Thaís, Greyce, Ângela Renata e Roberto... Muito obrigada pela amizade e por dividirem comigo momentos únicos de alegria, aprendizagem, e conversas... A amizade de Vocês é um tesouro que levarei pelo resto da vida.

Aos meus colegas do LAEQUI mais antigos, os quais criei um carinho e amizade enorme: Ana Carolina, Maurícius (meu Divo preferido), Leandro (e a Mairoca), Fernando, e aos demais já citados acima... Obrigada pelas discussões, contribuições, risadas, conversas na hora do melhor

café do mundo: o da salinha. Tenham certeza que aprendi infinitamente com vocês... Meu muito obrigada por tantos momentos que passamos juntos.

Aos novos colegas do grupo, Arlete e Alejandra, obrigada pelo pouco tempo que passamos juntas.

Ao Colégio Técnico Industrial de Santa Maria pela oportunidade de trabalhar com a turma 411 da Eletrotécnica Integrada ao Ensino Médio... Em especial a prof Viviane, a quem criei um enorme laço, tanto como madrinha, amiga, quanto profissionalmente... MUITÍSSIMO obrigada pelos períodos doados para a realização das atividades. Jamais vou esquecer do seu conselho: “professor deve ser estilo rapadura: pulso firme, mas doce com seus alunos”. És um grande exemplo de profissional.

Aos alunos da turma 411. Poder conviver com vocês em 2014 foi simplesmente maravilhoso. Obrigada pelos momentos de aprendizagem mútua, pelos questionários respondidos mesmo reclamando, pelos risos e pela viagem as Minas do Camaquã. A acolhida que tive de vocês foi cheia de carinho. Por minha parte é recíproco.

Ao professor Edgardo R. Medeiros pela ajuda e doação dos minerais... Obrigada ao seu mestrando, e meu amigo Anderson Scotti, pelo tempo disponibilizado a explicar mineral por mineral.

Aos professores que se disponibilizaram a ler o meu trabalho e aceitaram a compor a banca avaliadora do mesmo:

Elgion Lúcio da Silva Loreto;

Wolmar Alípio Severo;

Marlise Ladvocat Bartholomei Santos;

Aos demais professores do PPGECQVS, pelos ensinamentos proporcionados no decorrer desses dois anos de pesquisa.

À UFSM e a CAPES pelo auxílio da bolsa!

A todos os citados, e aqueles que me ajudaram e estiveram comigo no decorrer dessa trajetória,

Meus sinceros agradecimentos, reconhecimentos e gratidão...

Um mineral

*Um mineral é uma coisa fascinante,
Pelo menos para mim,
Em sua ordenada estrutura,
Há um mundo de misteriosa história [mistério].
De indetermináveis tempos passados muito antes do latim
[muito antes do cansim]
E fieis a sua grande memória
Estão sendo aprendidos por fim.
A cada ano usando novas técnicas
Ou um aparelho novo,
Tornamos nosso conhecimento mais completo,
Nossos dados mais preciso,
Mas não permitamos que ao tentar resolver
Um mistério mineral
Esqueçamos que eles são uma parte
Da história natural.
Nem em nossa busca por um detalhe [inabitual]
Quando sondamos uma ideia desconhecida,
Esquecer que cada mineral
Tem sua própria beleza desmedida.
Com o progresso da tecnologia
Cada ano vê novas máquinas alvissareiras
Que tentam copiar a natureza
Por meio de sofisticadas maneiras.
Mas embora todos esses métodos modernos
Nós não temos como competir por nenhum viés
Com o mundo da beleza ordenada
Que existe sob nossos pés.*

C. S. H

*“Seria mais fácil, fazer como todo mundo faz
O caminho mais curto. Produto que rende mais.
Seria mais fácil, fazer como todo mundo faz
Um tiro certo. Modelo que vende mais...
Mas nós, vibramos em outra frequência,
Sabemos que não é bem assim
Se fosse fácil achar o caminho das pedras,
Tantas pedras no caminho não seria ruim!”
(Humberto Gessinger)*

*“O conhecimento é uma janela que permite observar a realidade que nos
cerca por um ângulo diferente do senso comum, uma vez que possibilita decifrar
segredos e traduzi-los na linguagem prática da vida cotidiana, dando-nos assim
meios para nos tornarmos úteis neste mundo, fazendo-o mais belo e feliz.”
(Jorge Santos Martins)*

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Universidade Federal de Santa Maria

A QUÍMICA DOS MINERAIS: UMA TEMÁTICA PARA INVESTIGAR O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

AUTORA: ÂNGELA MALVINA DURAND

ORIENTADORA: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 09 de abril de 2015.

Sabe-se que o uso de atividade prática/experimental no Ensino de Química é de grande valia para a construção do conhecimento científico dos estudantes. Porém, estudos mostram que o ensino experimental ainda precisa de reformas e apontam alternativas para que isso ocorra, como por exemplo, através de atividades práticas/experimentais contextualizadas e investigativas e de políticas públicas como o PIBID, que vem incentivando o professor em formação a trabalhar a Química experimental. Nesta perspectiva, este trabalho utiliza “Minerais” como temática para auxiliar no processo de aprendizagem em Química, por meio de intervenções utilizando atividades experimentais. Esta pesquisa foi desenvolvida com estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio de um colégio da cidade de Santa Maria – RS – Brasil e é dividida em duas partes. Na primeira delas, realizada em quatro turmas (de 1º e 3º anos), buscou-se investigar as concepções dos alunos sobre o papel das atividades práticas/experimentais na disciplina de Química. Os dados foram obtidos por meio de um questionário, a partir do qual foi criado um quadro com valores atribuídos aos objetivos presentes no questionário. A segunda parte foi aplicada para uma turma de 1º ano, visando investigarmos as contribuições da temática “minerais” ao processo de aprendizagem por meio de diferentes metodologias, como atividades investigativas, oficinas temáticas e estudo de casos, promovendo, também, um estudo interdisciplinar com a Geografia. Os instrumentos utilizados, como questionários e produções textuais, foram analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva, permitindo, assim, detectarmos as percepções dos alunos sobre a temática “minerais” e sua relação com a disciplina de Química, bem como seus conhecimentos prévios e construídos sobre o assunto. Os resultados coletados permitem-nos concluir que, através da temática “minerais” e do desenvolvimento de metodologias diferenciadas, o Ensino de Química foi favorecido, visto que as mesmas auxiliaram na construção cognitiva dos alunos, permitindo uma maior relação da Química com o cotidiano.

Palavras-chave: Experimentação. Ensino de Química. Temáticas. Minerais.

ABSTRACT

Masters Dissertation

Graduate Program in Science Education: Chemistry of Life and Health

Federal University of Santa Maria

CHEMISTRY OF MINERALS: A THEME TO INVESTIGATE THE TRIAL'S ROLE IN CHEMICAL TEACHING

AUTHOR: ÂNGELA MALVINA DURAND

ADVISOR: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE

Date and Location of Defense: Santa Maria, april 09th, 2015.

It is well known that the use of practical / experimental activity in Chemistry Teaching is very important to the construction of scientific knowledge of the students. However, studies show that the experimental teaching still needs reforms and point alternatives for this occurs, for example, through contextualized and investigative practical / experimental activities and by public policies as PIBID, which has encouraged the teacher in training to work the experimental Chemistry. In this perspective, this work uses "Minerals" as a theme to assist in Chemistry learning process, through interventions using experimental activities. This research was developed with students from technical courses integrated to the high school of a school in Santa Maria – RS, Brazil, and is structured in two parts. In the first, applied for four classes (first and third years of high school) we seek to investigate the students' conceptions about the role of practical / experimental activities in Chemistry. The data were obtained by questionnaire and a framework was created, containing values corresponding to the goals of the questionnaire. The second part was applied to a class of 1st year, aiming to investigate the contributions of the theme "Mineral" to the learning process through different methodologies, such as investigative activities, thematic workshops and case studies, while also promoting an interdisciplinary study with Geography. The instruments, such as questionnaires and textual productions were analyzed according to the Discursive Textual Analysis, allowing to detect the perceptions of students regarding the theme "Minerals", its relation to the Chemistry and the students' previous knowledge and those constructed by them about the theme. Our results allow us to conclude that, through the theme "Minerals" and the development of different methodologies, Chemistry Teaching was favored, because it assisted in students' cognitive construction, allowing a better relation between Chemistry and daily life.

Palavras-chave: Experimentation. Teaching of Chemistry. Theme. Minerals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pictogramas feitos pelos primeiros habitantes do Piauí. (TRINDADE, 2010).....	46
Figura 2: Processos destinados à obtenção do Elixir da longa vida. (Trindade, 2010).....	49
Figura 3: O laboratório de Liebig em Giessen. (MAAR, 2006).....	51
Figura 4: Mapa de abrangência do PIBID-Química nas cinco regiões do Brasil no ano de 2014.....	55
Figura 5: Diferença entre sistemas sólido, líquido e gasoso	76
Figura 6: Diferença estrutural: cristal de quartzo (a) vidro de quartzo (b).....	78
Figura 7: Retículo cristalino do NaCl.....	79
Figura 8: Arranjo ordenado de um sólido iônico (a) Um impacto aproxima as cargas iguais, repelindo-as (b) Com a repulsão, o sólido se fragmenta (c) Arranjo ordenado da calcita (d) Fragmentação ocasionada por um impacto (e)	80
Figura 9: Geometria do cubo, onde $a = b = c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	83
Figura 10: Sistemas cristalinos dos Minerais	84
Figura 11: Estrutura cristalina do diamante.....	86
Figura 12: Estrutura da Gipsita hidratada.....	86
Figura 13: Calcita	87
Figura 14: Tetraedro formado pelo ânion $(\text{SiO}_4)^{4-}$ (neossilicatos).....	88
Figura 15: Porcentagem em volume dos minerais na crosta terrestre, sendo 92% silicatos. ...	89
Figura 16: Estrutura química do $(\text{SiO}_3)^{2-}$	89
Figura 17: Estrutura química do $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$	90
Figura 18: Tetraedros associados em folhetos.....	90
Figura 19: Exemplo de argilominerais	91
Figura 20: Pirita (FeS_2), mineral que apresenta brilho metálico.....	96
Figura 21: cor avermelhado do risco da hematita, um mineral de ferro.....	99
Figura 22: Minerais utilizados nas atividades	116
Figura 23: Livreto disponível aos estudantes	117
Figura 24: Primeiro slide da apresentação da oficina temática	121
Figura 25: Realização da Intervenção 4	122
Figura 26: Dentes utilizados na Intervenção 4	123
Figura 27: Realização da Intervenção 5	125
Figura 28: Cartas contendo os estudos de casos e artigos disponibilizados.....	127

Figura 29: Realização do estudo de casos	127
Figura 30: Atividade no último dia da pesquisa	129
Figura 31: Alunos realizando a Intervenção 3	155
Figura 32: Realização da Oficina e teste qualitativo.	182
Figura 33: Cristais formados no experimento do Grupo 1	190
Figura 34: Cristais formados no experimento do Grupo	191
Figura 35: Cristais formados no experimento do Grupo 3	193
Figura 36: Cristais formados no experimento do Grupo 4	194
Figura 37: Resposta apresentada pelo Grupo 1	204
Figura 38: Resposta apresentada pelo Grupo 2	206
Figura 39: Lago de coloração azulada situado nas Minas do Camaquã	207
Figura 40: Mapa desenhado pelos estudantes do grupo 3	208
Figura 41: Legendas elaboradas pelos estudantes do grupo 3	209
Figura 42: Mapa desenhado pelos estudantes do grupo 4.	210
Figura 43: Legendas desenvolvidas pelos estudantes do grupo 4	211

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1: Relação do PCNEM com a Temática “A Química dos minerais”	65
Esquema 2: Abordagem temática (MARCONDES et al., 2007).	67
Esquema 3: Ciclo do fornecimento dos minerais para a alimentação humana	71
Esquema 4: Equação do átomo de sódio ao perder um elétron	74
Esquema 5: Equação do átomo de cloro ao ganhar um elétron.....	74
Esquema 6: Formação da ligação covalente entre átomos de flúor.....	81
Esquema 7: pares de elétrons isolados	81
Esquema 8: Reação de um mineral do grupo carbonato com ácidos	87
Esquema 9: Fórmula da densidade	95
Esquema 10: Reação de equilíbrio da mineralização e desmineralização do esmalte	103
Esquema 11: Reação de equilíbrio da mineralização e desmineralização do esmalte ocasionado pelos íons F ⁻	103
Esquema 12: Escolhas realizadas para a realização desta oficina	119
Esquema 13: Reação entre o alumínio e o hidróxido de sódio.....	194
Esquema 14: Reação entre o tetra hidróxido de alumínio e o ácido sulfúrico, cujo produto é um precipitado	195
Esquema 15: Reação entre o hidróxido de alumínio e o ácido sulfúrico, dissolvendo precipitado.	195
Esquema 16: Reação de formação do produto final	196

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tópicos citados pelo PCNEM abordados na temática “A Química e os minerais”	66
Quadro 2: Conteúdos de Química do 1º ano contemplados pela temática “minerais”	73
Quadro 3: Características dos sistemas cristalinos	83
Quadro 4: Escala de Mohs	93
Quadro 5: Dureza de materiais alternativos	93
Quadro 6: Hábitos dos minerais	94
Quadro 7: Subdivisão dos minerais não metálicos	97
Quadro 8: Definições dos minerais quanto a tenacidade	97
Quadro 9: Exemplos de minerais e suas respectivas cores	98
Quadro 10: Os minerais e seus papéis biológicos	101
Quadro 11: Sujeitos participantes das duas partes da pesquisa	109
Quadro 12: Etapas de desenvolvimento da pesquisa	112
Quadro 13: Conteúdos desenvolvidos na intervenção 2	114
Quadro 14: Os minerais presentes em cada kit	116
Quadro 15: Valores atribuídos pelos estudantes sobre os objetivos das aulas práticas/experimentais	145
Quadro 16: Grupos formados de acordo com os dados obtidos no Quadro 15	146
Quadro 17: Mineral 1A	157
Quadro 18: Mineral 1B	158
Quadro 19: Mineral 1C	158
Quadro 20: Mineral 2A	160
Quadro 21: Mineral 2B	160
Quadro 22: Mineral 2C	161
Quadro 23: Mineral 3A	163
Quadro 24: Mineral 3B	164
Quadro 25: Mineral 3C	165
Quadro 26: Mineral 4A	166
Quadro 27: Mineral 4B	167
Quadro 28: Mineral 4C	168
Quadro 29: Mineral 5A	169
Quadro 30: Mineral 5B	170

Quadro 31: Mineral 5C.....	171
Quadro 32: Valores iniciais e finais atribuídos pelos estudantes sobre os objetivos das aulas práticas/experimentais.	220

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção dos elementos na composição da crosta terrestre.....	75
Tabela 2: Recomendação nutricional para cálcio	102
Tabela 3: Fontes alimentares ricas em cálcio em ordem decrescente.	102
Tabela 4: Planilha de dados anotados pelos estudantes.....	182
Tabela 5: Componentes e casos de cada grupo	201
Tabela 6: Grupos formados de acordo com os dados obtidos no Quadro 32.....	220

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Disciplinas preferidas dos estudantes.....	132
Gráfico 2: Opinião dos estudantes sobre as aulas práticas/experimentais de Química.....	135
Gráfico 3: Frequência de realização de atividades práticas/experimentais	138
Gráfico 4: Experiência dos estudantes com as atividades práticas/experimentais	139
Gráfico 5: A Química e o cotidiano.....	142
Gráfico 6: Concepção dos sujeitos sobre minerais.....	149
Gráfico 7: Os minerais e o cotidiano	151
Gráfico 8: Estimativa de erros das propriedades dos minerais.....	172
Gráfico 9: Íons provenientes dos minerais.	176
Gráfico 10: Alimentos como fonte de íons citados no gráfico 9.....	177
Gráfico 11: Concepções dos estudantes sobre as partes dos dentes	178
Gráfico 12: Concepções dos estudantes sobre erosão dental.	179
Gráfico 13: O elemento químico cálcio.....	180
Gráfico 14: A relação da Química com a saúde bucal	181
Gráfico 15: Formação dos minerais na perspectiva dos estudantes	186
Gráfico 16: Opinião dos sujeitos em relação à atividade	200
Gráfico 17: Opinião dos estudantes sobre as aulas práticas/experimentais de Química.....	213
Gráfico 18: Relação da Química com os minerais	217
Gráfico 19: Valores atribuídos pelos estudantes à atividade.....	218

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBA	Chemical Bonding Approach
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHEMS	Chemical Education Material Study
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
LAEQUI	Laboratório de Ensino de Química
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
PBL	Problem Based Learning
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
RS	Rio Grande do Sul
USP	Universidade de São Paulo
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
AI	Consumo adequado
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ATD	Análise Textual Discursiva
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AQIF	Análise questionário inicial e final
a.C	Antes de Cristo
d.C	Depois de Cristo

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Questionário – Intervenção 1.....	241
Apêndice 2: Questionário inicial – Intervenção 2.....	243
Apêndice 3: Livreto para pesquisa e anotações – Intervenção 3.....	245
Apêndice 4: Questionário inicial – Intervenção 4.....	261
Apêndice 5: Questionário final – Intervenção 4.....	263
Apêndice 6: Questionário inicial – Intervenção 5.....	265
Apêndice 7: Técnica experimental – Intervenção 5.....	267
Apêndice 8: Questionário final – Intervenção 5.....	269
Apêndice 9: Questionário de encerramento.....	271

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	41
CAPÍTULO 1 - EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	45
1.1 A experimentação através dos tempos	46
1.2 Pressupostos teóricos sobre os objetivos da experimentação no Ensino Médio	56
CAPÍTULO 2 - A TEMÁTICA MINERAIS E A SUA RELAÇÃO COM A QUÍMICA	63
2.1 Uso de temáticas no ensino de química	63
2.2. A história dos minerais e a importância da Temática “A Química e os Minerais”	67
2.2.1 Os conteúdos de Química relacionados com a temática “Minerais”.....	71
2.3 Os minerais e sua relação com a química	73
2.3.1 Características dos sistemas cristalinos	78
2.3.1.1 Ligação iônica.....	79
2.3.1.2 Ligação covalente	80
2.3.1.3 Ligação metálica	81
2.3.1.4 Van Der Waals.....	82
2.3.2 Classificação dos minerais quanto ao sistema cristalino.....	82
2.3.3 Classificação dos minerais quanto a composição química	85
2.3.4 Propriedades dos minerais	92
2.3.4.1 Dureza.....	92
2.3.4.2 Hábitos cristalinos.....	93
2.3.4.3 Densidade.....	94
2.3.4.4 Brilho	95
2.3.4.5 Tenacidade	97
2.3.4.6 Transparência.....	97
2.3.4.7 Cor	98
2.3.4.8 Traço.....	99
2.4 Como os minerais são formados.....	99
2.5 Os minerais e a saúde	100
2.6 Os minerais e o meio ambiente.....	104
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	107
3.1 Contexto da pesquisa.....	107
3.2 Instrumentos para coleta dos dados.....	109
3.3 Análise dos resultados	110
3.4 Desenvolvimentos das intervenções.....	110
3.4.1 Investigando os objetivos das atividades práticas/experimentais	112
3.4.2 Apresentação da temática “Minerais”.....	113
3.4.3 Investigando as propriedades dos minerais.....	114
3.4.4 Oficina temática “A saúde bucal e os minerais”.....	118

3.4.5 Oficina temática “Como os minerais são formados?”	123
3.4.6 Estudo de casos/Viagem Minas do Camaquã – Interdisciplinar Geografia/Química	125
3.4.8 Encerramento	128

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 131

4.1 Investigando os objetivos das atividades práticas/experimentais	131
4.1.1 Disciplina(s) preferida(s)	132
4.1.2 O gosto pela Química	133
4.1.3 As aulas práticas/experimentais	135
4.1.4 Frequência de realização das atividades práticas/experimentais	137
4.1.5 As experiências das aulas práticas/experimentais	139
4.1.6 Contribuição das aulas práticas/experimentais para o entendimento dos conteúdos	140
4.1.7 Os conteúdos de Química e o cotidiano	141
4.1.8 Os objetivos de se realizar aulas práticas/experimentais	144
4.1.8.1 Categoria importantes: Valor 3 atribuído mais vezes.	146
4.1.8.2 Categoria importantíssimo: Valor 4 e 5 atribuído mais vezes	148
4.2.1 Concepção sobre os minerais	149
4.2.2 Os minerais e a Química e a relação destes com o cotidiano	150
4.2.3 Identificação dos minerais	152
4.3 Investigando as propriedades dos minerais	153
4.3.1 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 1	155
4.3.2 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 2	159
4.3.3 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 3	161
4.3.4 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 4	166
4.3.5 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 5	168
4.3.6 Análise dos resultados dos grupo	171
4.4 Oficina temática “A saúde bucal e os minerais”	174
4.4.1 Análise do Questionário Inicial e Final.	175
4.4.1.1 Minerais importantes para a saúde	175
4.4.1.2 Constituição dos dentes (AQIF)	177
4.4.1.4 Erosão dental (AQIF)	178
4.4.1.5 O elemento químico Cálcio (AQIF)	179
4.4.1.6 Relação minerais e saúde bucal	180
4.4.2 Análise da planilha da Atividade Investigativa	181
4.5 Oficina temática “Como os minerais são formados?”	184
4.5.1 Análise do Questionário Inicial	185
4.5.1.1 Minerais como sólidos cristalinos	185
4.5.1.2 Formação dos minerais	185
4.5.1.3 Relação dos minerais com a reciclagem	186
4.5.2 Análise do procedimento experimental	187
4.5.2.1 Resultados das etapas do experimento do Grupo 1	189
4.5.2.2 Resultados das etapas do experimento do Grupo 2	191
4.5.2.3 Resultados das etapas do experimento do Grupo 3	192
4.5.2.4 Resultados das etapas do experimento do Grupo 4	193
4.5.3 Análise geral dos resultados obtidos a partir da planilha do experimento.	194
4.5.3 Análise do Questionário Final	196
4.5.3.1 Primeira Questão	196
4.5.3.2 Segunda Questão	198
4.5.3.3 Terceira Questão	199
4.5.3.4 Quarta Questão	199
4.6 Estudo de casos – Interdisciplinar Geografia/Química	200
4.6.1 Estudo de caso 1: O cobre e o meio ambiente	202
4.6.1.1 Resultados do caso 1	203
4.6.2 Estudo de caso 2: O lago azul	204

4.6.2.1 Resultados do caso 2.....	205
4.6.3 Estudo de caso 3: A mineração no Rio Grande do Sul	207
4.6.3.1 Solução do grupo 3	208
4.6.3.2 Solução grupo 4	210
4.7 Encerramento	212
4.7.1 O gosto pela Química	212
4.7.2 As aulas práticas/experimentais	213
4.7.3 A relação da disciplina de Química com a Geografia.....	215
4.7.4 A relação da Química e os minerais no cotidiano	216
4.7.5 Notas para as atividades relacionadas com os minerais.....	217
4.7.6 Os objetivos de se realizar aulas práticas/experimentais	218
4.7.6.1 Objetivos sem mudança de concepção: 1A, 1D, 2A, 2B, 2C, 3A e 3B.....	221
4.7.6.2 Objetivos com mudança de concepção: 1B, 1C, 1E e 3C	222
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	223
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	227
APÊNDICES	239

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Um dos grandes bens que os seres humanos têm acesso é o conhecimento. Entretanto, se perguntássemos para um determinado número de pessoas que já concluíram o ensino médio, sobre o que pensam a respeito da Química, certamente teríamos os mais variados tipos de opiniões, como: vilã, decoreba, difícil, abstrata, sem importância, etc., pois ainda existe um grande muro que impede as pessoas de conhecerem a importância desta Ciência.

Pensando nisso, há alguns anos atrás, a UNESCO declarou 2011 como o Ano Internacional da Química. Seu objetivo era transpor esse muro, indo ao encontro das necessidades mundiais, mostrando uma Química intimamente relacionada com o dia a dia dos cidadãos, e que traz inúmeros benefícios para a saúde, meio ambiente, economia e sociedade, seja por meio de processos naturais ou por intermédio do homem. Além disso, tinha como propósito, promover, em âmbito mundial e em todos os níveis educacionais, o conhecimento químico e a reflexão sobre o papel da Química na criação de um mundo sustentável.

Como profissionais do ensino de Química, poderíamos perguntar-nos: E nós, como estamos mostrando a Química para nossos alunos, familiares e amigos? Para Chassot (1993), a Química que devemos ensinar, deve antes de tudo, estar relacionada com a realidade, e este, é um dos grandes desafios do ensino básico atual.

Não devemos limitar, nas aulas de Química, a falar somente de explosões e mudanças de cores que chamam a atenção. Falar de Química está intrinsecamente relacionada ao contexto social, seja na farmácia, no supermercado, no consultório odontológico, no posto de gasolina, na arte, na natureza. A Química faz parte da sociedade e do meio ambiente, justificando assim, a necessidade e importância de o cidadão ser informado sobre ela (SANTOS e SCHNETZLER, 2014).

Em seu livro intitulado “Educação consciência” (2014a), Chassot afirma que a escola necessita mudar para poder acompanhar seus alunos. Conseqüentemente, seus formadores também precisam transformar-se, passando de informadores, para formadores. No entanto, para que isso aconteça, pequenos passos precisam ser dados, como por exemplo, através da realização de atividades práticas/experimentais, sendo esta uma alternativa para desenvolver os conteúdos de forma contextualizada, contribuindo para a construção do conhecimento.

Nesse sentido, buscando relacionar os conceitos de Química com o cotidiano, nosso grupo de pesquisa LAEQUI – Laboratório de Ensino de Química, vem desenvolvendo

inúmeros trabalhos através de diferentes metodologias, como oficinas temáticas, estudos de caso, atividades investigativas, entre outros, tendo como foco principal o uso de “temáticas”. Assim, sabendo-se que a experimentação e o uso de temáticas auxiliam na construção cognitiva, este trabalho propõe trabalhar os conteúdos de Química de forma contextualizada através da sua relação com os minerais, pois estes desempenham um vasto e importante papel para a sociedade, como para a saúde, o meio ambiente, as indústrias, a alimentação, etc.

Desta forma, o ponto de partida desta pesquisa tem por fundamentação dois questionamentos: **“Quais as concepções dos estudantes de nível médio a respeito da utilização de atividades práticas/experimentais no ensino de Química?”** e **“De que forma a temática “a Química dos minerais” auxiliará no processo de aprendizagem através da utilização de atividades práticas/experimentais?”**.

Para estes questionamentos, temos as seguintes hipóteses:

➤ As atividades práticas/experimentais são uma estratégia eficiente para o ensino de Química, porém, pesquisas apontam que a forma como vem sendo desenvolvida, nem sempre tem contribuído para a aprendizagem dos estudantes;

➤ Por ser um tema abrangente, a temática “minerais” quando aliada a atividades investigativas contextualizadas, as quais colocam o aluno como construtor do seu próprio conhecimento, pode ser uma boa aliada para o desenvolvimento dos conteúdos científicos.

➤ A interdisciplinaridade é uma boa alternativa para superar a fragmentação das disciplinas, proporcionando uma visão mais abrangente do mundo através do conhecimento.

A partir destas considerações, este trabalho tem por objetivo geral, investigar o papel das atividades práticas/experimentais no ensino de Química a partir da Química dos minerais em uma turma do 1º ano do curso técnico integrado ao ensino médio de uma escola de Santa Maria – RS, bem como promover um estudo interdisciplinar.

Para que este objetivo seja alcançado, os objetivos específicos desta pesquisa são:

➤ Investigar as concepções iniciais e finais dos estudantes a respeito do papel das atividades práticas/experimentais no ensino de Química;

➤ Investigar as concepções dos estudantes com relação à temática “minerais”;

➤ Correlacionar os conteúdos de Química, de forma contextualizada, a partir de diferentes intervenções abordando os minerais, contribuindo para o conhecimento de Química, relacionando os minerais com os conteúdos abordados em sala de aula;

➤ Desenvolver diferentes metodologias utilizando atividades práticas, como: atividades experimentais investigativas, estudos de caso, saídas de campo e resolução de problemas;

- Buscar uma abordagem interdisciplinar com outros campos do conhecimento, como a geografia;
- Analisar a contribuição das intervenções desenvolvidas a partir desta temática, no processo cognitivo, bem como na formação cidadã dos estudantes;

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos, os quais serão aqui brevemente apresentados:

O capítulo 1, intitulado **A experimentação no Ensino de Química**, apresentamos a história da experimentação, partindo dos alquimistas, os quais realizavam técnicas experimentais desprovidas de um olhar científico, até chegar as contribuições que o PIBID/Química tem acarretado para esta estratégia no âmbito escolar. Também apresentamos uma fundamentação teórica sobre o assunto, e algumas sugestões para que, quando realizado, passe a contribuir significativamente na construção do conhecimento.

No capítulo 2, **A temática minerais e o ensino de Química**, apresentamos uma breve fundamentação teórica sobre o uso de temas no ensino de Química, uma revisão bibliográfica sobre a temática “minerais”, destacando sua importância ambiental, econômica, social e para a saúde humana, bem como sua relação com os conteúdos de Química.

O capítulo 3, **Procedimento metodológico da pesquisa**, descreve o tipo de pesquisa e a forma como as intervenções foram desenvolvidas durante a aplicação, além dos instrumentos utilizados para a coleta de dados no âmbito escolar.

Quanto ao capítulo 4, **Análise e Discussão dos resultados**, a análise e discussão dos resultados obtidos no decorrer das intervenções realizadas na escola são descritas.

Para finalizar, o capítulo 5, **Considerações Finais**, uma reflexão a respeito dos resultados obtidos nesta pesquisa é apresentada, buscando averiguar as possíveis contribuições em relação ao uso da temática “minerais” para a construção do conhecimento dos estudantes participantes.

CAPÍTULO 1 - EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Diversos estudos vêm sendo realizados sobre a introdução de metodologias diferenciadas no Ensino de Química, visando o desenvolvimento de novas habilidades e competências nos estudantes. Alguns exemplos destes métodos são: Estudos de Caso (SÁ, 2006), Oficinas temáticas (MARCONDES et al., 2007. BRAIBANTE, PAZINATO, 2014) e Atividades investigativas (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Metodologias estas, que possibilitam o desenvolvimento de atividades experimentais, auxiliando na compreensão dos conceitos Químicos.

A utilização da experimentação no decorrer da história não é atual, e resulta principalmente das antigas práticas alquimistas, as quais deixavam de lado a compreensão dos processos realizados e explicações acerca dos resultados (MAAR, 2008). Com o passar dos anos, esse olhar simplista da experimentação deu lugar a uma Ciência nova e moderna, a qual visava averiguar as teorias envolvidas em todo o processo experimental, denominada *Química*. Já no Brasil, a história da experimentação é bastante recente e ainda precisa melhorar em muito para trazer contribuições positivas ao ensino de Química.

Nesta perspectiva, de acordo com as diretrizes educacionais propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002), a utilização de técnicas experimentais possibilita a demonstração e o entendimento de acontecimentos reais do cotidiano, ajudando na explicação dos conceitos científicos. Porém, levar os estudantes para dentro dos laboratórios, entregando-lhes receitas prontas contendo os passos a serem realizados e os resultados estimados, tem sido altamente criticado por pesquisadores da área do ensino de Ciências, por não promover uma aprendizagem significativa.

Mais que despertar curiosidade e motivação na promoção do conhecimento, ao implementar uma atividade experimental, um professor deve instigar seus alunos à buscarem por respostas, fazendo-os pensar em cada etapa, não deixando de lado os erros ocasionados durante o processo, para que assim, possam desenvolver um olhar investigativo e crítico sobre os fenômenos e transformações, através da elaboração de hipóteses, organização e reflexão sobre os resultados, fornecendo subsídios para a construção do conhecimento (BRASIL, 2006).

1.1 A experimentação através dos tempos.

A história, assim como coloca-nos Carr (1961), é a concepção particular de um historiador ao apresentar um fato ocorrido naturalmente ou pela sociedade, num dado espaço de tempo. Aqui, o ponto central, é a experimentação envolvida no decorrer da história da Química, e esta é bastante rica em detalhes. Com o passar dos tempos, esta ciência passou a ser a base para tudo à nossa volta, desde a educação à nanociência.

A experimentação, podemos dizer, nasceu juntamente com a descoberta do fogo, ocorrendo aí, os primeiros contatos do homem com as transformações químicas, como por exemplo, ao observarem que a madeira transformava-se em cinza, ou que a partir das rochas, poderiam obter metais para serem utilizados, principalmente em caças, contribuindo para o desenvolvimento da espécie (MONTEIRO, 1989; CHASSOT, 2011). Além disso, o uso da experimentação também pode ser comprovado através do Antigo Testamento, por meio dos processos fermentativos do vinho, conforme relatado no Livro do Gênesis que, posteriormente ao dilúvio, Noé plantou um vinhedo para preparar seus vinhos (BÍBLIA SAGRADA, 1993).

Outra contribuição de atividades experimentais deu-se através da produção de pigmentos e tintas retirados dos minerais, como calcários (carbonatos, coloração branca), argilas (silicatos, várias colorações) e carvão (carbono, coloração preta), além de outras colorações extraídas, como o vermelho, o verde e o azul (VANIN, 2005). Estas tintas eram utilizadas na elaboração de diversos pictogramas em cavernas, uma das primeiras formas de linguagem utilizada pelo homem para registrar parte da história, conforme mostra a Figura 1 (VANIN, 2005; FEDER, 2012).

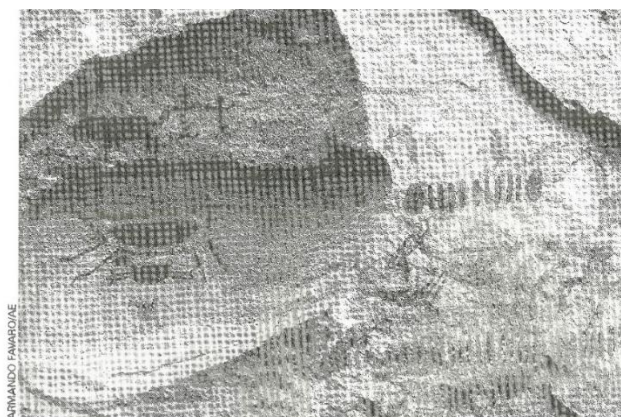


Figura 1: Pictogramas feitos pelos primeiros habitantes do Piauí. (TRINDADE, 2010)

Podemos perceber até aqui, o quanto a experimentação tem um forte papel na propagação da melhoria da vida dos seres humanos, mostrando-se de suma importância. No entanto, o homem não possuía um olhar crítico sobre aquilo que estava inventado e produzindo. Sua ação, após seus descobrimentos passava a ser meramente mecânica, sem nenhum olhar mais aprofundado. Assim, embora o nascimento da química seja datado em torno da última metade do século XVIII, a mecanização das experiências passou a dar espaço a uma visão mais técnica e cognitiva, três séculos antes, pelas mãos dos alquimistas (MAAR, 2008; IHDE, 1964).

Diante deste contexto, podemos perguntar-nos: Como a experimentação passou a ser o ponto de partida para o nascimento da Química como ciência? Buscando respostas para este questionamento, a frase de Bachelard é bastante oportuna para o momento, já que, segundo ele “O cientista continua. O alquimista recomeça” (BACHELARD, 1961 apud MAAR, 2008). Esta citação leva-nos a uma grande reflexão sobre o papel do cientista durante o surgimento e evolução da Química como Ciência moderna.

Quando os alquimistas se deparavam com erros durante suas técnicas experimentais, recomeçavam tudo novamente, validando somente aquilo que para eles parecesse ser verdadeiro e desprovido de falhas. Já para um cientista, todas as etapas do processo são importantes, até mesmo os erros, visto que, de acordo com Cortella (2001, p. 112), “o erro não ocupa um lugar externo ao processo de conhecer [...]. O erro é parte integrante do conhecer não porque ‘errar é humano’, mas porque nosso conhecimento sobre o mundo se dá em uma relação viva e cambiante (sem o controle de toda e qualquer interveniência) com o próprio mundo”. Ou seja, as falhas não podem ser ignoradas no meio científico, porque também fazem parte do processo, auxiliando na comprovação ou não dos dados obtidos.

Assim, de acordo com Lazlo (apud MACHADO, p. 157, 2014), uma forma mais simplificada de diferenciar os químicos dos alquimistas, se dá por:

“Os químicos, tão atentos que são às modificações do aspecto da matéria, que, tal como Proteu muda de textura e de cor, se transforma à vista desarmada por dissolução, efervescência ou evaporação, não têm como preocupação primeira os fenômenos óbvios. Herdeiros neste domínio dos alquimistas, esforçam-se por passarem da observação sensível às causas escondidas (1995, p. 27).

De acordo com Weyer (1992, apud MAAR, 2004, p. 36), a alquimia não foi propriamente uma precursora da Química, ou a “química dos antigos”, como é considerada para muitos, mas alguns aspectos práticos da alquimia, juntamente com outras formas de

conhecimento não científico, levaram ao campo de conhecimento que hoje é denominado Ciência.

Para Chassot (1995), não há registros concretos que comprovam a origem da alquimia e da química, mas, segundo a história apresentada por Maar (2008), há quatro períodos entre o nascer de uma e outra, conforme apresentados abaixo:

- a) Alquimia Greco-Egípcia – século I a.C ao VII;
- b) Alquimia Islâmica – século VIII ao XIV;
- c) Alquimia Medieval Europeia – século XII ao XVI
- d) Alquimia Tardia – século XVI ao ano 1750 aproximadamente.

Dentre estas etapas, a última apresenta impacto relevante sobre o surgimento da Química, por ser um período de transição, no qual a alquimia começa a perder suas forças, dando cada vez mais espaço para a nova ciência aprimorar-se. Nos períodos anteriores apresentados, diversas atividades experimentais faziam parte do dia a dia dos alquimistas, principalmente quando o assunto estava relacionado a pedra filosofal e ao elixir da longa vida.

No entanto, a presença do dogmatismo religioso nos processos experimentais era muito forte, fator que determinava os resultados, devido à grande intervenção da espiritualidade e religiosidade, pois todo e qualquer procedimento deveria ser feito apenas por alquimistas limpos, sem nenhuma impureza na alma, caso contrário, os resultados seriam contaminados e impuros, e conseqüentemente, refeitos (SUART, 2014).

Em relação a obtenção do “elixir da longa vida”, o procedimento era uma oportunidade dos alquimistas encontrarem o equilíbrio entre os seres humanos e o cosmos (MAAR, 2008; SUART, 2014; LIMA e SILVA, 2003). Mas para que o elixir fosse alcançado, os alquimistas deveriam passar por três fases: a *Nigredo*”, a *Albedo*” e a *Rubedo*”. Na primeira fase, o trabalho árduo dos experimentos deveria ser constante, para que todas as impurezas do corpo e da alma fossem eliminadas, passando desta forma para a segunda fase, a fim de serem purificados. Posteriormente, os alquimistas eram elevados por anjos para receberem o Vaso Filosófico contendo o elixir da longa vida, conforme mostra, respectivamente, a parte inferior e superior da Figura 2 (TRINDADE, 2010; NEGARESTANI, 2008; COAKLEY, 2003) .



Figura 2: Processos destinados à obtenção do Elixir da longa vida. (Trindade, 2010)

Durante os experimentos, a observação era fator predominante para o bom andamento dos procedimentos, pois, para cada mistura realizada, erros ou acertos poderiam acontecer, logo, era de extrema importância ter muita atenção. Porém, os resultados encontrados não tinham valores científicos, pois os alquimistas não estavam interessados sobre o conhecimento da matéria, nem nos porquês de algo ter sido formado ou não, apenas visavam a obtenção de um produto correto e se suas almas seriam purificadas (SUART, 2014).

Com o passar dos anos, essa visão empirista passou a dar lugar a uma ciência moderna, baseada em uma nova percepção em relação à experimentação, conhecida como Química. Porém, é impossível saber ao certo quem é o seu verdadeiro fundador (MAAR, 2006). Para muitos historiadores, a mesma nasceu pelas mãos de Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) no século XVIII, por ser conhecido como inimigo do dogmatismo e salvador da química (CARVALHO, 2012; MAAR, 2006; OKI, 2004).

Para Weyer, três vertentes proporcionaram embasamento teórico e experimental para o fortalecimento da Química, tornando-a independente, e conseqüentemente, acarretando na perda gradual da prática alquimista tão presente até então (MAAR, 2008). As três vertentes são:

- i) *Prática alquímica*: Forneceu, além da tradição histórica, materiais, equipamentos e procedimentos experimentais;

- ii) Filosofia natural: Forneceu um novo enquadramento teórico, substituindo a teoria alquímica;
- iii) Técnicas práticas Químicas: Forneceu os temas a serem investigados, bem como os materiais e processos.

Em virtude da integração destes três fatores, aos poucos o olhar dogmático, baseado apenas no certo e no errado da alquimia, passou a dar lugar, mesmo que lentamente, a práticas experimentais fundamentadas em teorias e filosofias, surgindo então uma nova forma de enxergar tudo aquilo que constitui o mundo, através, principalmente da observação, sendo esta, uma das formas para verificar a validade ou não de uma afirmação para a época (MELLOR, 1967).

No século XVIII, não havia praticamente nenhuma sistemática sobre a educação científica, assim, na medida que a Química começou a ser difundida e reconhecida nas instituições de ensino, a mesma era vinculada a cursos relacionados à área da saúde, como medicina e farmácia (IHDE, 1964).

Mudanças passaram a acontecer somente durante a Revolução Francesa (1789-1799), quando a ciência francesa passou a dar grandes saltos na área da Química na última metade do século, fazendo surgir diversos nomes importantes para a evolução na área, como Lavoisier, Bertholles, Foucroy e Guyton de Morveau (IHDE, 1964).

Todavia, é praticamente impossível apontar com precisão e exatidão o local e o ano em que o primeiro curso de Química surgiu no mundo, porém, de acordo com Ihde (1964), há indícios que foi na escola politécnica de Paris, na França, em 1794, sendo esta, destinada aos engenheiros militares. A disciplina de química era ministrada pelo professor Guyton Morveau, um dos primeiros seguidores de Lavoisier.

O século XVIII foi de grande importância para o futuro da Química, tornando-se cada vez mais intensa e importante, pois através do químico alemão Justus Von Liebig (1803-1873), na Universidade do Grão-ducado, em Giessen, a prática experimental foi renovada, ao introduzir o seu novo modelo didático, baseando na realização de um “novo fazer experimentos”, conhecido como “modelo Giessen” (MAAR, 2006).

Justus não queria mais ensinar por meio de aulas meramente expositivas e demonstrativas, por isso, após implementar sua nova metodologia, bastante atrevida para a época, começou a direcionar seus alunos, sendo seu principal objetivo ajuda-los a serem agentes ativos na realização de suas próprias técnicas experimentais (MAAR, 2006). O método foi uma evolução para a época, e também para o futuro das atividades experimentais

desenvolvidas no ensino de Química, fazendo surgir inúmeros novos pesquisadores, bem como, diversos ganhadores do Prêmio Nobel (MAAR, 2006).

Inicialmente, os alunos de Liebig eram apenas alemães, mas conforme a difusão de seu método, diversos estrangeiros passaram a procurá-lo para participarem de seu grupo de pesquisa. Esse intercâmbio acadêmico expandiu sua nova metodologia, como por exemplo, para Harvard, primeira universidade norte-americana a introduzir, em 1814, esta nova tendência de aulas experimentais no ensino (SUART, 2014).

Além da evolução experimental, Liebig também foi o precursor do desenvolvimento e melhorias dos laboratórios e equipamentos utilizados na época, conforme mostra a figura 3 (MAAR, 2006).



Figura 3: O laboratório de Liebig em Giessen. (MAAR, 2006)

Provavelmente, durante o período de adaptação desta nova proposta didática para o ensino experimental, muitos obstáculos fizeram parte da história profissional de Liebig, como a falta de espaço físico, bem como de materiais e vidrarias necessários para a realização das atividades, além da resistência de outros professores e/ou alunos, os quais já estavam acostumados com a acomodação de meros realizadores/observadores, e por isso, tinham medo das renovações. Essa aversão pelo novo ainda é vista atualmente no ensino, quando estratégias diferenciadas, que vão além da mera observação são realizadas, ou devido a péssima condição dos espaços físicos, principalmente no âmbito escolar público.

Com o passar dos anos, o ensino experimental passou a ser um grande aliado da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), fornecendo auxílio para diversas pesquisas

relacionadas a armas químicas inaladoras como o gás cloro (SILVA, BORGES Jr e VILLAR, 2012; COLASSO e AZEVEDO, 2012). Deste modo, em virtude das pesquisas que estavam sendo realizadas, novas substâncias passaram a ser descobertas, como o salitre do Chile (nitrato de sódio) e a síntese direta da amônia a partir do nitrogênio do ar e do hidrogênio, entre outros, contribuindo para a evolução científica da Química (BRITO e PONTES, [2010], p. 05).

A evolução experimental continuou a partir de 1939, com a Segunda Guerra Mundial, em 1939, quando a produção em larga escala de substâncias químicas passou ser realidade de muitos laboratórios, como por exemplo, a produção de inseticidas orgânicos sintéticos usados para proteger os militares (ZAPPE e BRAIBANTE, 2012), ou de armas nucleares, acarretando na morte de milhares de pessoas, principalmente no Japão, em 1945 (RIBEIRO, 2009).

Podemos observar aqui uma dicotomia quanto ao papel da experimentação na Química, pois, de um lado, visava trazer melhorias para a sociedade, e de outro, aliada ao poder e a ganância, passou a ser porta para a aniquilação, tanto de cidades, quanto de pessoas.

Todavia, enraizada à primeira, uma segunda dicotomia surge, e aqui podemos perceber que, quando a função é contribuir positivamente para a melhora do ensino, as mudanças são lentas. Já quando há interesses econômicos e políticos, a realidade é totalmente desproporcional, passando a ser rápida e ágil. Nesse sentido, por mais que diversas transformações na experimentação tenham ocorrido para melhorar o processo de ensino, somente na metade do século XX passou a tornar-se significativa (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

No Brasil, o primeiro contato com a experimentação química, deu-se pelas mãos dos primeiros habitantes do país, os indígenas, ao extraírem do Pau-Brasil, corantes para serem utilizados nas pinturas dos corpos (SALATEO, 2006; PINTO, 1995). Mas, assim como os alquimistas, os índios não possuíam um olhar crítico e científico sobre os processos envolvidos nas extrações, apenas reproduziam as técnicas, visando um produto final.

Em meados do século 17, no período colonial, muitos procedimentos químicos passaram a fazer parte da rotina e do conhecimento dos produtores de cana-de-açúcar, pois precisavam repassar aos seus escravos, para que estes soubessem produzir um bom produto a partir da cana-de-açúcar (FILGUEIRAS, 1990).

Anos mais tarde, em 1808, com a vinda do rei D. João VI de Portugal, iniciou-se um processo de implementação e estruturação das primeiras atividades científicas no país, e com

isso, duas faculdades de medicina foram abertas, uma em Salvador-Bahia e a outra no Rio de Janeiro, iniciando-se aí, os primeiros experimentos direcionados à pesquisa (SANTOS, 2004).

A pesquisa experimental no Brasil, iniciou-se em 1812, com a abertura do primeiro Laboratório de Química, também no Rio de Janeiro, o qual passou a contribuir para o desenvolvimento industrial da cidade e de todo o país. Mas, devido à falta de organização e sistematização administrativa, suas portas foram fechadas 7 anos mais tarde (SANTOS, 2004).

Quanto aos formadores desta Ciência, a primeira universidade brasileira a ter um curso de Química licenciatura foi a Universidade de São Paulo (USP), em 1934, iniciando assim, a abertura de alguns laboratórios nas escolas, para que os professores passassem a ensinar por meio de atividades experimentais (MESQUITA e SOARES, 2011). Nesta época, devido aos reflexos do Movimento Escola Nova, os primeiros passos para a promoção da ação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem passou a ser questionada, em virtude da proposta de John Dewey, o qual buscava valorizar o fazer pelas mãos dos alunos (SILVA, MACHADO, TUNES, 2010).

Entretanto, Sicca (1990) buscando identificar contradições entre aquilo que era proposto pelas legislações^{1,2} e a realidade do ensino de Química entre 1930 e 1945, concluiu que, embora fosse papel dos professores relacionarem os conteúdos com o cotidiano dos alunos através de atividades práticas/experimentais, esse novo olhar sobre o ensino era apenas teórico, pois as aulas continuaram a ser conteudistas e totalmente desvinculada da realidade dos estudantes, fato este, que continua ainda hoje ocorrendo em muitas escolas.

Nos anos 50, partindo do pressuposto que os estudantes poderiam desenvolver um pensamento científico e com o propósito de melhorar e valorizar o ensino de ciências através da experimentação, em diversos países surgiram projetos experimentais para o ensino, tais como: Chemical Bonding Approach – CBA; Chemical Education Material Study – CHEMS, ambos dos Estados Unidos, além do Curso Nuffield de Biologia, Física e Química, da Inglaterra (SUART, 2014; SILVA, MACHADO, TUNES, 2010). Assim, de acordo com Suart (2014), estes projetos limitavam a aprendizagem dos estudantes, em virtude dos passos a passos que deveriam seguir, caracterizando a Química como uma ciência infalível e desprovida de erros.

Em 1961, com a implantação da LDB e a Campanha da Defesa da Escola Pública, o ensino passou a ser mais uma vez pautado na formação científica do aluno (SUART, 2014).

¹ Reforma do Ensino Secundário: Decreto 19.890, 18 de abril de 1931. Art 10. Legislação Brasileira no Ensino Secundário de 1901 a 1939. (Adalberto Corre Senna, p. 10. SENNA, p. 10 apud SICCA, 1990, p. 31).

² Código de Educação do Estado de São Paulo: Art. 567 do Código de Educação do Estado de SP, 21 de abril de 1933. (Apud Sicca, 1990, p. 36).

Aqui cabe destacar a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), criado após o fim da Segunda Guerra Mundial em 1946, que contou com a participação do estudante de medicina e fascinado por Ciências, Isaías Raw, o qual acreditava na reformulação do ensino através atividades experimentais, conforme mostram as palavras a seguir:

Na verdade, todo o ensino de ciências deve ser realizado de um modo totalmente convincente para uma criança, ao invés do método usual de se transmitir um dogma. Tome o exemplo da existência de vermes e micróbios. Por que deveria uma criança aceitar a palavra do professor da existência de algo tão pequeno que ela não consegue enxergar? Algo que é apresentado para ela da mesma forma que fantasmas são apresentados às pessoas. Será nossa sociedade atual científica? (...) Pergunte à maioria dos adultos por que eles acreditam em coisas do tipo micróbios, ou mesmo vírus? Eles simplesmente aceitam estas coisas do mesmo modo que nossos antepassados aceitavam os miasmas. Se em vez deste método eu faço uma criança montar um pequeno microscópio, e deixo que ela descubra um verme dentro de um pulmão de um sapo (...) e leve o pequeno microscópio para casa, ela convencerá toda sua família (RAW, 1970, p. 112 apud ABRANTES, AZEVEDO, 2010, p. 479)

Era preciso fugir de um ensino desvinculado da realidade dos estudantes, utilizando novas alternativas, como a experimentação. Assim, em 1952, o IBECC, juntamente com a UNESCO, passou a doar quinhentos dólares anuais para serem investidos na área de Ciências (ABRANTES e AZEVEDO, 2010). Contudo, ainda em 1984 o uso de experimentos demonstrativos e expositivos predominava, sem muita investigação, contribuindo para o fortalecimento de um olhar empobrecido no âmbito escolar (SUART, 2014).

No início do século XXI, os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2000) passaram a tratar da experimentação como uma alternativa, direcionando os professores a realizarem demonstrações, para ajudarem na construção dos conceitos. Mais tarde, o mesmo documento foi reformulado e a prática experimental passou a ser o centro do processo de Ensino-aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de algumas habilidades, como a busca por respostas, elaboração de hipóteses e organização dos resultados, oportunizando-os a refletirem sobre seus erros e acertos (BRASIL, 2006).

No ano de 2007, um programa passou a ser direcionado não mais somente aos estudantes do ensino médio, mas sim em todo o ciclo do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, aos alunos, professores, futuros professores e aos professores universitários, possibilitando que a base de formação também fosse trabalhada. Este programa, denominado Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência/PIBID, foi elaborado em nível

nacional, pelo edital MEC/CAPES/FNDE, o qual passou a ser previsto também por lei³, pela LDB, em 2013.

O PIBID surgiu como uma alternativa para melhorar a experimentação nas aulas de Química nas escolas públicas, visando incentivar a prática à docência dos graduandos de licenciatura de ensino superior, preparando-os para atuarem na educação básica (BRAIBANTE e WOLLMANN, 2012).

De acordo com a *Lista de instituições e áreas participantes do Pibid (2013)*⁴, referente ao ano de 2014, 5293 graduandos de Química são oportunizados a uma formação inicial diferenciada. Os mesmos são incentivados a desenvolverem um olhar mais crítico sobre o papel da experimentação no ensino. Além do mais, 823 professores de Química da educação básica recebem formação continuada constante sob orientação de 314 professores do ensino superior, como podemos observar através da Figura 4, a qual mostra o mapa de abrangência do PIBID-Química em todo o Brasil.

Mapa de abrangência do PIBID-Química nas cinco regiões do Brasil no ano de 2014

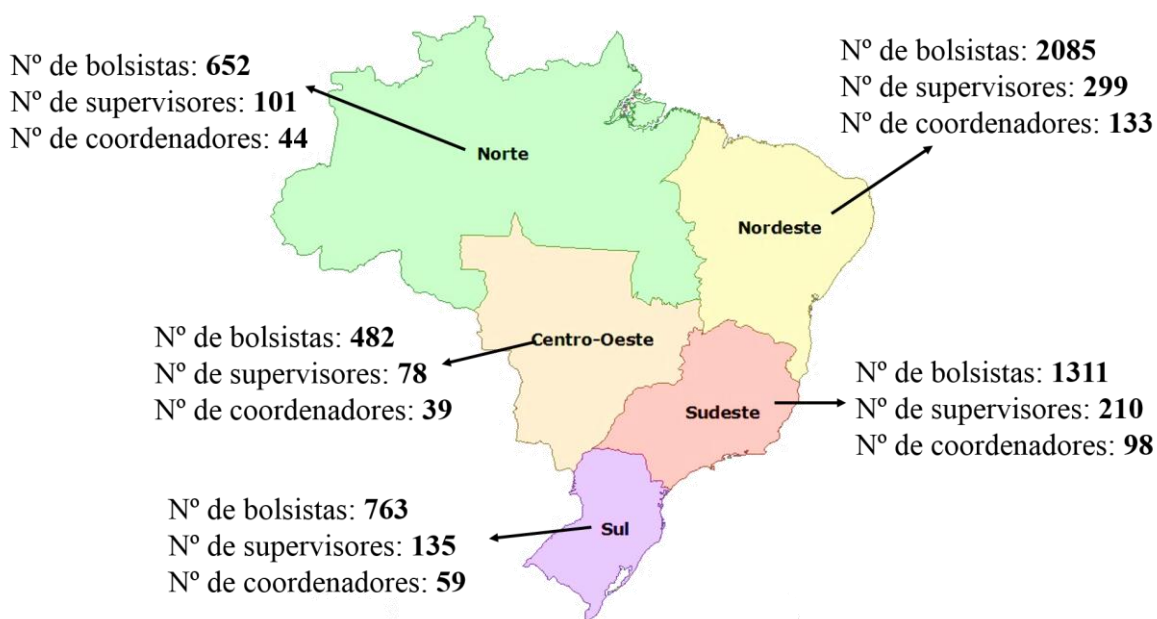


Figura 4: Mapa de abrangência do PIBID-Química nas cinco regiões do Brasil no ano de 2014

³Artigo 62 - § 5º incluído pela Lei nº 12.796, de 2013.

⁴*Lista de instituições e áreas participantes do Pibid (2013)*

<<http://www.capes.gov.br/educacaobasica/capespibid>> Acesso em: 11 de dezembro de 2014

Acreditamos que a história da experimentação apresentada até aqui, é apenas uma parte do que de fato deve ter acontecido desde o surgimento da Química como ciência. Fato este, que poderá ocasionar, muitas dúvidas e questionamentos, principalmente a respeito da melhor forma para a sua realização. Porém, quando o foco é o ensino, a reflexão pessoal dos professores sobre o papel epistemológico da experimentação é extremamente importante, pois é através da auto avaliação que os professores podem avaliar suas práticas, buscando aperfeiçoá-las.

Nesta perspectiva, Rosito (2000) salienta que o ensino de ciências remete o uso de atividades experimentais, pois são essenciais para a aprendizagem. Porém, é de grande valia os professores repensarem suas concepções sobre o que ensina, o que significa aprender, o que é ciência, pois, somente assim a experimentação passará adquirir significados mais amplos e significativos.

1.2 Pressupostos teóricos sobre os objetivos da experimentação no Ensino Médio

Trevisan (2012) aponta que desde a segunda metade do século XX, a experimentação passou a ser consolidada como uma estratégia para o ensino, tendo como finalidade, tornar as aulas de Química mais interessantes, melhorando a aprendizagem dos alunos. Contudo, a realização das atividades experimentais para o Ensino Médio vem sendo altamente criticada por diversos pesquisadores de Ciências, como Química, Física e Biologia, nos últimos anos, em função das inúmeras falhas apresentadas no seu desenvolvimento no meio escolar, como por exemplo, atividades meramente roteiristas ou demonstrativas, desvinculadas da teoria, ou ainda, focadas apenas na comprovação dos conteúdos, ou como algo divertido etc. (VOGEL e MARI, 2014; SUART e MARCONDES, 2009).

Para Galiazzi et al. (2001), a experimentação nas aulas de Química é de fundamental relevância para o ensino, porém, embora sua implementação neste contexto tenha se dado a mais de 100 anos, poucos são os resultados positivos alcançados e modificações visíveis nas escolas. Nesta perspectiva, Rosito (2000) afirma que, para haver mudanças duradouras na realização destas, é função do professor rever suas concepções sobre o papel da Ciência sobre aquilo que ele está propondo e sobre o que quer ensinar, ajudando a desmitificar a visão simplista dos estudantes sobre o papel que a experimentação desempenha, tornando-os mais vívidos no processo, conforme relata Maldaner:

[...] muitos professores acabam cedendo às expectativas do senso comum dos alunos [...], que concebe a Química como fenômeno espetacular, com explosões multicoloridas, borbulhamentos de líquidos em vidros estranhos, magia de transformações espetaculares e inexplicáveis, etc. Estas ideias são reforçadas pela mídia, pelos filmes de ficção, pela divulgação de certas práticas alquimistas, jogadas na imaginação das pessoas fora do contexto em que elas se deram. Além disso, os alunos esperam receber sempre respostas exatas e verdadeiras às questões levantadas por terem essa concepção de ciência, igualmente formada no senso comum e não problematizada. (MALDANER, 2000, p. 107).

Nota-se aqui, o quão indispensável e importante é a realização de uma reflexão profunda sobre o papel desta prática, não apenas por parte dos professores, mas também dos próprios alunos, pois segundo Gowin, o processo de ensino e aprendizagem deve ocorrer por meio de uma relação triádica entre professor, aprendiz e materiais educativos, quando estes compartilham significados (MOREIRA, 1997). Esta troca de saberes ocasionada pela discussão entre professor-aluno ou aluno-aluno, é o primeiro passo para a construção do conhecimento sobre os conteúdos vistos nas atividades experimentais (VOGEL e MARI, 2014).

A realidade das escolas brasileiras, principalmente públicas, no quesito laboratórios de Ciências em geral, infelizmente é péssima. No último censo escolar⁵, realizado em 2013, totalizou-se 190.706 escolas de Educação básica, e dentre elas, apenas 11% (20.727) possuem laboratórios. Porém, cabe ressaltar, que diante desta pequena percentagem, esse valor ainda é bastante duvidoso quanto a utilização destes espaços físicos, visto que, em muitos casos, muitos laboratórios estão inativos ou sucateados.

Isso implica, de acordo com Gonçalves e Marques (2006), na falta de aulas experimentais, pois os professores acabam não desenvolvendo, não apenas devido às péssimas condições de ambiente, como infraestrutura, ausência de vidrarias e reagentes etc., mas também, pela falta de tempo destinado para o preparo e organização das aulas. Neste contexto, uma boa alternativa, é a busca por adaptações das aulas experimentais, através do uso de materiais simples alternativos, superando algumas das barreiras que impedem a realização da experimentação no âmbito escolar.

Realizar atividades experimentais utilizando materiais alternativos, implica no “querer fazer” por parte dos professores, necessitando de tempo para a elaboração, organização e montagem dos materiais necessários. Outros recursos de baixo custo também estão disponíveis para a promoção de atividades experimentais. Um exemplo é a utilização do

⁵ Retirado do site: <<http://www.qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2013&dependence=0&localization=0&item=>>. Acesso em: 27/11/2014

retroprojetor, um equipamento considerado sucata por muitas escolas, mas que pode ser transformado em bancada de laboratório de Química, para promover a realização de atividades experimentais. Este, possibilita a realização de experimentos em pequenas quantidades, gerando assim, pequenas quantidades de resíduo, e contribuindo para a extensão dos conhecimentos conceituais dos estudantes (BRAIBANTE et al., 2010).

Outro fator que implica na restrição do uso de experimentos na construção do conhecimento dos estudantes, é que muitos professores enfatizam somente técnicas do tipo “receitas de bolo”, tornando-os meros reprodutores (SUART, 2014). Os alunos leem, pegam as vidrarias necessárias, adicionam reagentes, conferem os resultados, e caso esteja tudo certo, a aula chegou ao fim. Impossibilitando assim, a discussão dos questionamentos e conclusões, como se o experimento fosse desvinculado da teoria. Este tipo de aula restringe o aluno, impossibilitando-o a refletir sobre o que foi realizado (SUART, 2014; GUIMARÃES, 2009).

Mais que criticar o seu desenvolvimento nas escolas, é essencial e de extrema importância apontar novos caminhos para o “fazer” atividades experimentais no ensino médio, por isso, algumas possibilidades para melhorar o seu desenvolvimento serão abordadas a seguir. Primeiramente, corroborando para transformar a visão simplista dos alunos sobre a experimentação, Hodson (1988) diz que pelo menos três sementes de aprendizagem devem ser lançadas aos estudantes durante uma aula experimental para desenvolver o cognitivo dos mesmos.

A primeira semente está relacionada com a investigação no decorrer do experimento, sendo esta uma forma de possibilitar a aprendizagem dos alunos sobre os conceitos e fenômenos químicos. Já a segunda, deve ser lançada para ajudar a desenvolver habilidades de raciocínio, e a última serve para ensinar aos estudantes que a ciência é feita por pessoas que pensam, formulam hipóteses, acertam, mas que também erram.

Para que estas sementes se desenvolvam e frutifiquem, a forma simplista da prática experimental, e portanto neutra e atórica (GIL-PÉREZ et al., 2001), deve ser abolida pelos professores. Este tipo de aula implica em direcionar os alunos a realizarem observações repetidas e minuciosas, selecionando apenas aquilo que lhes chamou a atenção (PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002), sendo esta uma característica do indutivista ingênuo⁶ (CHALMERS, 2010), deixando de lado a importância das hipóteses e teorias, as quais servem como orientações e o embasamento no decorrer de tais atividades.

⁶ Para um indutivista ingênuo, de acordo com Chalmers (2010), a ciência inicia com a observação sistemática.

De acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), o conceito de ciência experimental mudou profundamente nos últimos 25 anos, e conseqüentemente, o conceito de observação também, contradizendo a opinião de muitos professores, pois a mudança atitudinal da observação não tem acompanhado a mudança conceitual. Os experimentos devem ultrapassar a mera observação (HODSON,1988), e para isso, os professores precisam conscientizarem-se sobre seus papéis diante da construção dos seus conhecimentos e do conhecimento dos seus alunos, fazendo-os entender as relações existentes entre a teoria e o experimento.

Norwood Hanson dizia ser impossível separar a observação da interpretação, sem descaracterizá-la, pois, a forma com que cada pessoa enxerga o mundo a sua volta já é uma maneira de interpretação própria (HANSON, 1975, apud CARDOSO, 2008, p. 164). Logo, deve-se salientar e deixar claro, que o princípio básico para que uma mudança na prática das atividades experimentais ocorra, não é excluindo a observação durante a realização, mas sim de destacá-la, permitindo que a mesma tenha grande importância cognitiva, sendo esta uma das formas para desenvolver a construção do conhecimento dos estudantes (PRAIA, CACHAÚZ e GIL- PÉREZ, 2002).

A escola, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), é um ambiente destinado a possibilitar acesso ao conhecimento a todos aqueles inseridos neste contexto. O professor, para tanto, através das suas aulas experimentais, precisa tornar a aprendizagem da sua disciplina, uma barreira a ser vencida por todos seus alunos, conscientizando-os sobre a importância que a Química possui na “(re) construção” de uma nova sociedade, ajudando no seu desenvolvimento (SANTOS e SCHNETZLER, 2014).

Guimarães (2009) salienta que, “No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização [...]”, sendo esta, uma das formas de vencer a barreira de dificuldades encontrada na disciplina de Química, por muitos estudantes, os quais a consideram uma matéria difícil, e em virtude disso, sem nenhuma importância para as suas vidas.

Logo, segundo Dewey (2010), contextualizar as aulas é o melhor caminho para a compreensão dos problemas reais que a sociedade vem passando, deixando os alunos interessados em aprender, pois vincula o real com a abstração dos conceitos teóricos. Trazer problemas reais para serem trabalhados através da experimentação é uma forma de estreitar a relação entre os conteúdos de Química e o contexto em que os estudantes estão inseridos, direcionando-os para uma formação cidadã (SILVA e MARCONDES, 2014).

Ao buscar um ensino contextualizado, no entanto, deve-se tomar cuidado para não supervalorizar o senso comum, deixando-o ocupar o lugar da Ciência. É preciso superá-lo (ROSSO e SOBRINHO, 1997). O senso comum, de acordo com Cotrin (2002), é o “[...] vasto conjunto de concepções geralmente aceitas como verdadeiras em determinado meio social”.

Assim como a observação é uma forma de interpretação pessoal, passando a ser, do ponto de vista epistemológico, empírico, por ser parte do dia a dia dos estudantes (FRANCELIN, 2004). Diferentemente, o conhecimento científico, o qual resulta de um processo reflexivo, validado somente após averiguado e testado inúmeras vezes, para então ser aprovado e compartilhado para a sociedade (ROSSO e SOBRINHO, 1997).

Neste contexto, conforme Rosalind Driver, ir além do senso comum, significa levar os estudantes para dentro do mundo da Química, fazendo-os pensar diferente sobre as coisas que acontecem a sua volta, utilizando conhecimentos químicos para a compreensão destes, conforme relatado a seguir,

“aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo” (DRIVER et al., 1994 apud MACHADO, 2014, 179; tradução de Eduardo Mortimer).

A experimentação realizada no ensino médio apenas por fazer, não é vista com bons olhos por muitos pesquisadores. Para isto, outra forma de trabalhar os conceitos científicos de química utilizando este recurso, se dá através de resoluções de problemas, possibilitando ao professor promover a aprendizagem dos seus alunos, promovendo um aprofundamento dos conhecimentos desenvolvidos em cada atividade, pois, conforme relata Silva e Núñez,

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

A resolução do problema provém do inglês *Problem Based Learning* (PBL), e nasceu na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Ontário, no final dos anos sessenta. A metodologia visava possibilitar um contato direto dos estudantes com os problemas reais.

Já no Brasil, o método passou a ser usado entre 1997 e 1998, difundindo-o para outros cursos, como para o ensino de Química (SÁ e QUEIRÓZ, 2009).

Para Silva e Núñez (2002), a busca para resolver um dado problema é sinônimo de pensar, fazendo o aluno refletir sobre um dado assunto. Para os mesmos autores, este tipo de metodologia é uma forma de contribuir para o processo de formação dos estudantes, pois implica em mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais, indo além da superficialidade das teorias.

Gonçalves e Marques (2006) destacam ainda, que a experimentação é uma forma de favorecer a abordagem dos conteúdos, e não uma facilitadora do processo, e para isso, desenvolver o caráter investigativo implica em transcender as dimensões manipulativas, ajudando a desenvolver a lado cognitivo dos estudantes.

Para tanto, conforme aponta Giordan (1999), a experimentação tem de ser parte de um processo pleno de investigação, visto que, a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve ser formado nos entremeios das atividades investigativas, sendo esta uma forma de explorar e manipular os conceitos químicos, tornando-os compreensíveis e úteis, e consequentemente, ajudando na constituição da aprendizagem dos alunos (HODSON, 1988).

Quando a investigação é parte do processo de ensino e aprendizagem, os alunos são convidados a realizarem pequenas pesquisas, utilizando simultaneamente, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 1998, apud FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010). Através de uma atividade experimental investigativa, conforme relatam Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), diferentemente do que é visto na abordagem tradicional, é possível libertar os alunos de aulas roteiros, aludindo ao desenvolvimento da tomada de decisão, de planejamento, de discussão e relatos etc.

Mais que investigar, resolver problemas, desenvolver aulas contextualizadas, entre outros, é preciso ir além, contemplando discussões teóricas que ultrapassem as definições conceituais de uma aula experimental, através da utilização dos conhecimentos prévios dos estudantes de forma significativa, para que desta forma, aquilo que estes já sabem, passe a interagir com a nova aprendizagem (MOREIRA, 1997).

Possibilitar essa relação entre o conhecimento antigo e o novo, é uma forma alternativa para desenvolver um olhar mais crítico e reflexivo (RAMOS, ANTUNES e SILVA, 2010), pois de acordo com Ausubel (1963, apud MOREIRA 2000, p. 04), o professor necessita desvendar aquilo que o aluno carrega consigo, para a partir de então, tornar a aprendizagem possível, ensinando-o.

Nesta perspectiva, alguns “ingredientes” fazem-se necessários para o desenvolver de uma atividade experimental, como a leitura, a escrita, e acima de tudo o diálogo. Aqui, entretanto, é de suma importância destacar que estes itens não podem ser abordados seguindo um modelo “receita”. Muito mais que isso, cada ingrediente possui papel fundamental em diferentes momentos do processo experimental.

Cabe salientar, no entanto, a acuidade de um professor saber desenvolver o diálogo em suas aulas, pois, de acordo com Freire (2002), é neste processo de discussão formado no ambiente escolar entre o professor e o estudante, que norteará o processo de ensino e aprendizagem.

Visando desenvolver um novo olhar nos estudantes a respeito da utilização da experimentação para estudantes do primeiro ano do ensino médio, que algumas atividades experimentais relacionadas a temáticas “minerais” foram desenvolvidas neste trabalho, conforme será descrito nos capítulos seguintes.

CAPÍTULO 2 - A TEMÁTICA MINERAIS E A SUA RELAÇÃO COM A QUÍMICA

2.1 Uso de temáticas no ensino de química

No Brasil, a proposta para se trabalhar os conteúdos no âmbito escolar utilizando temas, vem sendo levantada através de documentos oficiais desde 1997, por meio da implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o qual apresenta algumas sugestões para os professores do ensino fundamental abordarem os conhecimentos científicos, como por exemplo, os *Temas Transversais*. O uso destes, tinha como compromisso a promoção da cidadania por meio de um ensino direcionado à compreensão da realidade social e dos direitos e responsabilidades em relação à vida pessoal, coletiva e ambiental da sociedade (BRASIL, 1997).

O uso de Temas Transversais não ficou restrito apenas às séries iniciais da educação básica, mas também passou a ser utilizado no ensino médio, como por exemplo, com a disciplina de Química, a partir do trabalho intitulado “A Química que é notícia na formação continuada de professores”, o qual preocupava-se em montar um material para os professores, visando abordar os seguintes temas: ambiente, saúde e ética (JACOBINA, et al, 1999).

Em 2006, os PCN destinados ao ensino médio passaram a orientar que os conteúdos de Química deveriam ser organizados, considerando dois fatores:

I) Indivíduo: leva em conta que cada estudante, antes mesmo de começar a participar do meio escolar, possui uma história de vida construída de acordo com o meio em que vive, através das suas relações com a família e os amigos, sua cultura, seus gostos, entre outros fatores.

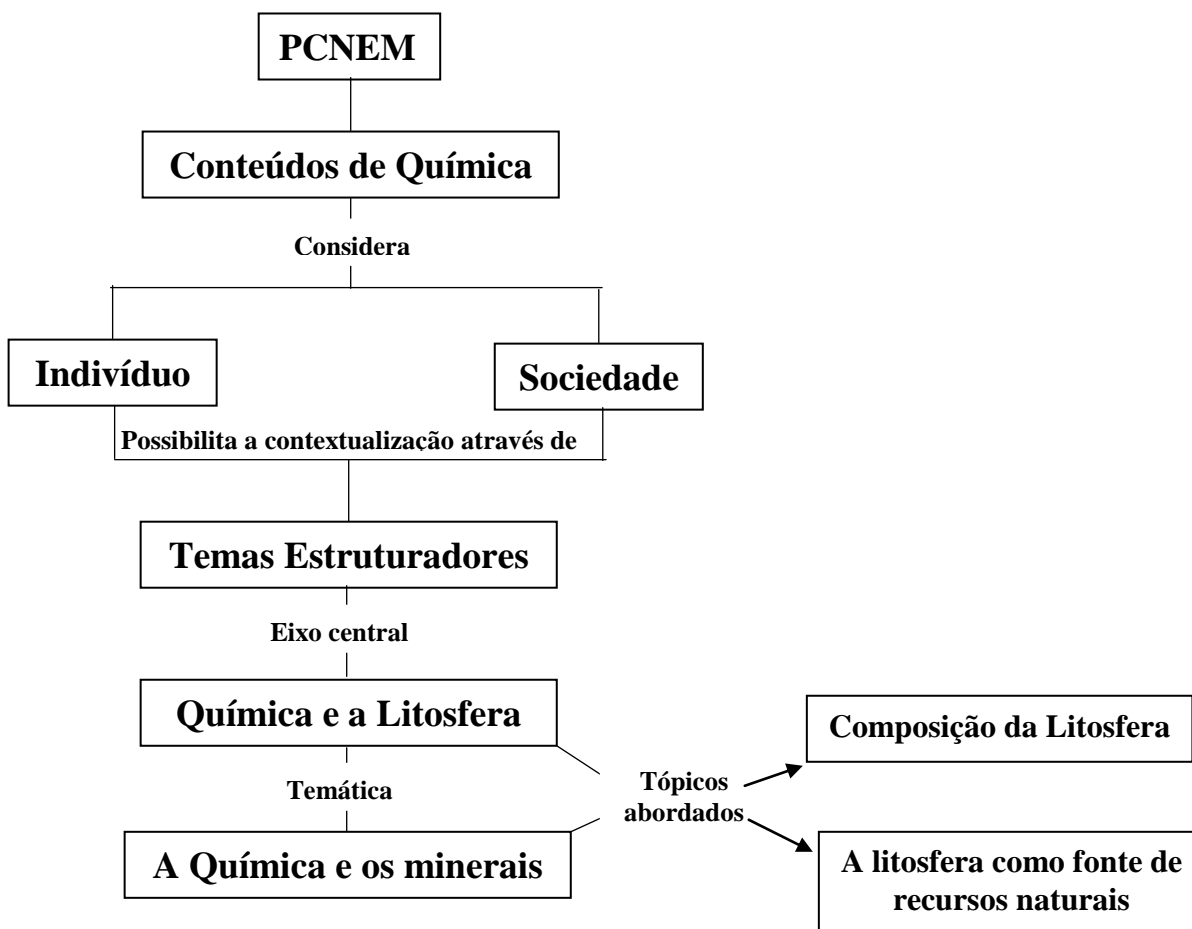
II) Sociedade: considera a interação que a sociedade tem com o mundo, buscando apontar de que forma os saberes científicos e tecnológicos interferem na produção, na cultura e no ambiente, visando ajudar os estudantes a se posicionarem e formarem suas próprias opiniões sobre os mais variados assuntos que regem o mundo em que estão inseridos.

Esta interação com a realidade dos estudantes é muito importante para o ensino de Química, pois possibilita abordar os conhecimentos desta disciplina de forma contextualizada a partir do contexto social, cultural, ambiental e até mesmo político dos estudantes. Para isso, o documento orienta ainda, que os conteúdos sejam organizados e ensinados a partir de “*Temas Estruturadores*”, uma alternativa para melhorar e ampliar o entendimento dos conceitos científicos, organizando-os em torno de um eixo central, ou seja, em torno do tema que será usado, afim de trabalhar as transformações químicas presentes no cotidiano.

Esta organização se dá a partir de nove temas (BRASIL, 2006), conforme apresentados a seguir:

1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas;
2. Primeiros modelos de constituição da matéria;
3. Energia e transformação química;
4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas;
5. Química e atmosfera;
6. Química e hidrosfera;
7. **Química e litosfera** (grifo nosso);
8. Química e biosfera;
9. Modelos quânticos e propriedades químicas.

Para o desenvolvimento desta dissertação, o sétimo item, intitulado “Química e Litosfera” é o tema norteador escolhido, porque possibilita trabalhar com os conceitos científicos de química através da temática “A Química dos minerais”, e assim, abordar os minerais extraídos e sintetizados, bem como os processos de produção e os problemas ambientais acarretados por estes, conforme mostra o Esquema 1.



Esquema 1: Relação do PCNEM com a Temática “A Química dos minerais”.

A partir desta temática, alguns tópicos (unidades temáticas) citados pelo PCNEM (BRASIL, 2006), puderam ser abordados, conforme apresentados no Quadro 1 a seguir:

Tópico	Funções
Composição da litosfera	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a origem, a evolução e a composição da litosfera; - Reconhecer as propriedades físico-químicas dos sólidos encontrados na litosfera, como: dureza; tenacidade; densidade e condutibilidade elétrica.
A litosfera como fonte de recursos materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as propriedades e usos dos minerais, sendo estes, fonte de outros materiais; - Entender os processos de mineração e produção de

	metais, como o ferro, alumínio, cobre e suas ligas, abordando seus usos e importâncias para a sociedade; - Compreender a relação e a classificação dos elementos químicos e seus compostos através das suas propriedades periódicas.
Perturbações na litosfera, como a poluição:	- Compreender e avaliar o papel dos agentes causadores de poluição no solo e subsolo, como por exemplo, de alguns metais pesados, buscando alternativas de prevenção.

Quadro 1: Tópicos citados pelo PCNEM abordados na temática “A Química e os minerais”.

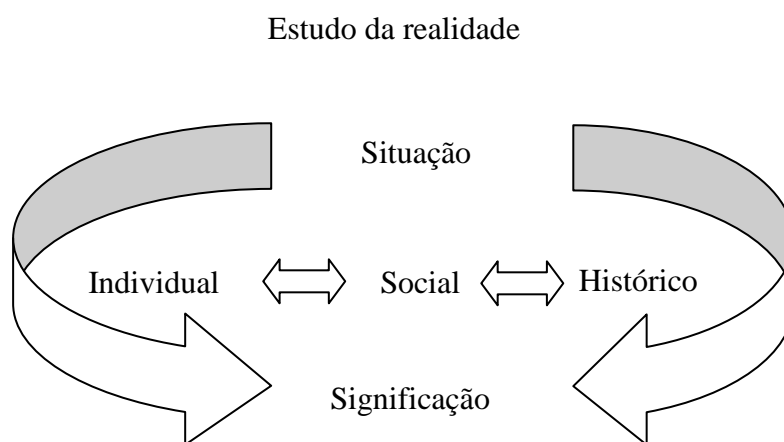
Chassot (2014a, p. 21) afirma que “se a escola ainda não mudou, ou ainda não foi mudada, ela necessariamente deverá mudar!”. A todo instante o mundo está mudando, e os adolescentes, cada vez mais rápido têm acesso a todo e qualquer tipo de informação, em consequência do avanço tecnológico. Já no ensino, o norte principal, em pleno século XXI, continua sendo, em muitos casos, a reprodução em larga escala de conteúdos desvinculados da realidade, contribuindo para que a escola não consiga se mover com a mesma velocidade dos estudantes, distanciando-se destes (MALDANER e ZANON, 2004).

É preciso que as escolas repensem a respeito na forma de como os conteúdos estão sendo abordados, não no sentido de implantar as melhores tecnologias como recursos metodológicos, mas sim, em inserir alternativas simples e que chamem a atenção dos alunos, desafiando-os a buscar algo novo e que será significativo para a vida deles. Nesse sentido, desenvolver os conteúdos por meio de temáticas, é uma forma pedagógica facilitadora, que contribui para a construção do conhecimento.

Segundo Marcondes et al. (2007), a abordagem por temas, não deve restringir-se apenas a apresentar os conteúdos químicos vistos em sala de aula, nem em fornecer informações sobre os processos produtivos e tecnológicos dos materiais que, diariamente são utilizados pela sociedade, como se fossem meras exemplificações. Mais que isso, deve buscar promover o ensino a um patamar mais elevado tanto na visão dos professores, quanto dos estudantes, pois tem como finalidade tratar de dados, informações e conceitos para conhecer a realidade atual, ajudando a avaliar situações e soluções.

Para tanto, faz-se necessário, aos planejamentos das aulas, incluir como objetos de aprendizagem, o contexto individual, social e histórico em que os estudantes encontram-se,

possibilitando a contextualização através das interações dos conteúdos, tratados a partir de uma situação problema que exige conhecimento sobre conceitos químicos para a sua resolução, trazendo significância aos alunos a partir do que foi abordado (MARCONDES et al., 2007), conforme resume o Esquema 2.



Esquema 2: Abordagem temática (MARCONDES et al., 2007).

Em 2008, nosso grupo de pesquisa LAEQUI, Laboratório de Ensino de Química da Universidade Federal de Santa Maria, iniciava sua pesquisa utilizando temáticas para contextualizar o Ensino de Química. De acordo com Braibante e Pazinato (2014), a abordagem por meio de temáticas no processo de ensino e aprendizagem busca favorecer o ensino, contribuindo para a formação cidadã dos estudantes, pois é uma forma de associar os conteúdos de Química com aspectos do cotidiano.

Diante deste contexto, esta pesquisa utiliza a temática “A Química dos minerais” para estabelecer relações entre os conteúdos científicos e a realidade dos estudantes.

2.2. A história dos minerais e a importância da Temática “A Química e os minerais”

Conforme as concepções apresentadas por Martins (2006), a História da Ciência é bastante rica, pois apresenta a visão da natureza sobre a pesquisa e desenvolvimento científico, que dificilmente está contido nos estudos didáticos, visto que, estes enfatizam

somente os resultados finais a partir dos conceitos, teorias e técnicas de análises que, através dos tempos, foram sendo construídas.

Entretanto, a forma que os cientistas chegaram a tais resultados; as ideias que antigamente eram aceitas; a evolução dos equipamentos; a obtenção de elementos ou substâncias químicas, entre outros, acaba sendo deixada de lado, como se não fosse importante para a construção do saber (MARTINS, 2006).

Assim, a história das ciências não pode substituir o ensino comum, mas pode complementá-lo (MARTINS, 2006). Teixeira, Freire e El-Hani (2009) complementam ainda, que não trata-se somente de inserir esta abordagem no Ensino de Ciências, mas de considerar o contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica ocorreu. Logo, fazer uma abordagem histórica sobre os minerais, bem como sua evolução, mostrando sua importância, é fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Antes de iniciarmos a história dos minerais, é interessante sabermos o significado de três termos: *Geologia, Mineralogia e Química*. A palavra geologia provem do grego *geo* e *logos*, e significa o estudo da terra (WICANDER e MONROE, 2009). A mineralogia tem por função, estudar a Química dos minerais, o que são, sua formação e ocorrência, possibilitando uma abordagem interdisciplinarmente com outras áreas, como a Geologia e a Química (DANA e HURLBUT, 1984). A Química, de acordo com Russel (1994), é o estudo da natureza e das suas propriedades, bem como da composição e transformação da matéria, tornando assim, seu campo de interesse e aplicação mais amplo, possibilitando sua relação com as áreas acima.

Para historiadores como Ihde (1964) e Maar (2008), os minerais fazem parte da sociedade desde a idade da pedra, praticamente a 10.000 anos a.C., sendo as principais fontes de sobrevivência do homem, pois já nessa época, minerais como o cobre eram importantes, principalmente na fabricação de armas, as quais eram usadas para sua proteção contra animais e para obtenção de alimentos.

Com o passar dos anos, em torno de 4000 a.C, segundo Chassot (2014b), o cobre continuou contribuindo para a sobrevivência do homem, pois, acidentalmente descobriram que este poderia ser obtido pelo aquecimento de alguns minérios, ao observarem a produção de bolhas brilhantes azuladas, iniciando desta forma, os primeiros processos de mineração e de alguns procedimentos químicos, mesmo que de forma empírica.

Outros minerais também eram extraídos da natureza, como o ouro e a prata, sendo estes utilizados na fabricação de peças ornamentais, pois, segundo um estudo nos túmulos do cemitério de Varna, na Bulgária, foram encontrados objetos de ouro datados de 4600 anos

a.C.. O ouro também era utilizado como moeda, contribuindo para o processo econômico da época. Já os minerais da prata são bem mais antigos, mas somente por volta de 1000 anos a.C, na Grécia, a mineração deste minério entrou em ativação, dando poder e posição dominante para a cidade, visto que, também eram usados como moeda (MAAR, 2008).

No período posterior a Cristo, a primeira publicação sobre os minerais ocorreu em 77, sendo intitulada de *Naturalis Historiae* e elaborada por Plínio (23–79 d.C), um filósofo, historiador e político do Império Romano. Um homem que gostava de discutir a natureza dos minerais e rochas. Porém, Plínio faleceu em consequência da erupção do vulcão Vesúvio no ano de 79 d.C, a qual resultou na destruição das cidades romanas de Pompeia e Herculano, matando milhares de pessoas (TEIXEIRA, et al., 2009).

Muito tempo passou para que alguém voltasse a pensar e escrever algo sobre os minerais, pois somente em 1518 que Rühle von Calw elaborou um glossário contendo alguns termos de mineração. Todavia, foi pelas mãos de Georg Bauer, médico e farmacêutico, também conhecido por Agrícola (1494-1555) que o estudo dos minerais se concretizou através de sua obra intitulada “De Re Metallica” (MAAR, 2008; TEIXEIRA et al., 2009). Esta obra, publicada um ano após sua morte, foi por mais de 200 anos a principal referência sobre os minerais, contribuindo para a evolução da Química, devido aos vários experimentos descritos para a extração dos minerais (MAAR, 2008).

Muitos outros estudos colaboraram para a evolução do conhecimento sobre os minerais. Mas, foi pelas mãos do químico Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) que sua relação com a Química passou a ser vista com outros olhos. Jöns passou a analisar a composição química dos minerais, classificando-os de acordo com a presença de grupos iônicos (MAAR, 2008; TEIXEIRA et al., 2009).

Desde então, em virtude da evolução tecnológica, vários equipamentos começaram a surgir, favorecendo e estreitando a relação entre as duas ciências, como por exemplo, os microscópios, os filtros polarizadores e os raios X, permitindo análises microscópicas mais detalhadas e a elucidação da composição e estrutura química mais exatas. Assim, segundo Sicca e Gonçalves (2002), o conhecimento mineralógico mantém vínculos extremamente estreitos com a Química, e é nesta Ciência que está representada grande parcela da base científica do campo que originou a Geologia.

Os minerais são de extrema importância para os seres vivos, e cada vez mais uma gama de estudos sobre estes está sendo realizada, na busca por melhores contribuições para a sociedade. De acordo com Wicander e Monroe (2009), o termo “minerais” é usado em diversas situações do nosso cotidiano, como por exemplo, os sais minerais presentes nas

águas ou nos alimentos, mas, deve-se levar em consideração que estes não são minerais no sentido geológico, pois para que cheguem até os seres humanos através da alimentação, diversos processos devem acontecer anteriormente.

Para que isso ocorra, o tempo é um dos fatores predominantes, pois para que os minerais sejam formados, milhões de anos são necessários, conforme podemos observar na escrita de Carneiro, Gonçalves e Lopes (2009),

Os limites dos continentes modificam-se em dezenas de milhões de anos, e as placas se movimentam gradualmente, movidas pelo calor interno. Em paralelo, os agentes externos, movidos pela força da gravidade e pelo calor do Sol, reduzem a amplitude do relevo à medida que mecanismos climáticos causam transformações mecânicas e químicas, traduzidas nos processos de intemperismo, que formam novos minerais [...]. (CARNEIRO, GONÇALVES e LOPES, 2009, p. 52).

Entretanto, após formarem-se, passam a ser os principais constituintes das rochas. Todavia, as rochas formadas pelos minerais começam a sofrer, durante milhares de anos, um processo denominado intemperismo, em consequência das ações climáticas, como chuvas, ventos, mudanças de temperatura e de pressão, ajudando-as a fragmentá-las cada vez, e transformando-as em solo (CARNEIRO, GONÇALVES e LOPES, 2009).

Após a ação química destes fatores, o solo começa a ser formado, oportunizando diversas espécies de plantas a crescerem, entre elas, frutas, verduras e legumes. Assim, conforme a cadeia alimentar, os homens ao ingerirem estes vegetais, ou carnes de animais que também se alimentaram destes, absorvem diversos minerais, os quais são essenciais para as propriedades vitais da saúde humana, como ferro, cobre, zinco, cromo e manganês (CORTECCI, [2005], p. 24). Ou seja, os minerais são de extrema importância para a alimentação dos seres vivos, tanto para os humanos, os animais e as plantas, conforme podemos observar no Esquema 3.

Assim como os minerais, a Química está presente em todos os momentos da nossa vida, porém, o estudo dos minerais ajuda principalmente os profissionais da área da Química Inorgânica, como por exemplo, na elucidação das estruturas através do estudo detalhado das ligações entre os átomos dos minerais (KLEIN e DUTROW, 2012).

Todavia, segundo Joesten e Wood (1996), os minerais estão presentes nos mais variados tipos de materiais retirados da crosta terrestre, como o aço, o alumínio, os tijolos e os vidros. Além disso, em alguns casos são considerados joias, denominados de gemas, como por exemplo o ouro, o diamante, o rubi, entre outras (KLEIN e DUTROW, 2012).



Esquema 3: Ciclo do fornecimento dos minerais para a alimentação humana

Os minerais também são essenciais para os seres humanos de forma indireta, visto que, através das minerações, milhares de empregos são oportunizados, ajudando na economia do país, pois seu uso abrange desde a construção de arranha céus, até a simples fabricação de um talher utilizado nas refeições.

2.2.1 Os conteúdos de Química relacionados com a temática “minerais”

Conforme já visto nas orientações do PCNEM (BRASIL, 2006) referente ao Tema Estruturador Litosfera, o estudo sobre os “minerais” possibilita contemplar diversos conteúdos da disciplina de Química, distribuídos nas três séries do ensino médio, pois falar de minerais implica abordar a essência principal da Química, ou seja, o átomo, e a partir deste conteúdo, diversos outros conceitos científicos referentes a esta Ciências.

Para Pazinato (2012, p. 87), “Apesar das inúmeras fontes de pesquisa existentes hoje, os livros didáticos ainda constituem a principal ferramenta utilizada no processo de ensino e aprendizagem”. Em virtude da importância que este instrumento pedagógico ainda possui nas

salas de aula, buscamos selecionar os conteúdos que poderiam ser trabalhados a partir da temática “minerais”.

O resultado obtido encontra-se no Quadro 2. O livro utilizado foi “Química na abordagem do Cotidiano”, dos autores Eduardo do Conto e Francisco Peruzzo. Este quadro foi elaborado baseado nos conteúdos do 1º ano do ensino médio, por motivo de ser esta o ano de aplicação da pesquisa, e por ser este o livro utilizado pelo colégio.

Cabe ressaltar que este livro é um dos mais utilizados pelos professores no Rio Grande do Sul (57,67%), conforme o levantamento realizado por Friedrich e Braibante (2013), os quais averiguaram as principais coleções de livros didáticos de Química utilizadas pelos professores através do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2012.

Tópicos/Capítulos	Conteúdos
Substâncias Químicas/Cap. 2	- Mudanças de estado físico e matéria; - Densidade; - Substâncias Químicas e misturas;
Reações Químicas/Cap. 3	- Reações Químicas; - Reagentes e produtos; - Conceito sobre elementos químicos;
Do macroscópico ao microscópico/Cap. 4	- Equação química;
Estrutura atômica/Cap. 5	- Cargas elétricas e íons - Modelo atômico (Rutherford)
Noções detalhadas da estrutura atômica/Cap. 6	- Espectros atômicos; - Modelo atômico (Bohr); - Distribuição eletrônica;
Tabela Periódica/Cap. 7	- Estrutura e propriedades da TP; - Configuração eletrônica;
Ligações Químicas/Cap. 8	- Ligações Inter atômicas (iônicas, covalentes e metálicas);
Geometria molecular e ligações/Cap. 9	- Geometria das moléculas; - Polaridade das ligações e das moléculas; - Solubilidade;

	- Ligações intermoleculares;
Condutividade elétrica/Cap. 10	- Dissociação iônica e ionização;
Princípios da Química Inorgânica/Cap. 11	- Funções inorgânicas: sais e óxidos;
Reações Inorgânicas/Cap. 12	- Reações Químicas;

Quadro 2: Conteúdos de Química do 1º ano contemplados pela temática “minerais”.

2.3 Os minerais e sua relação com a química

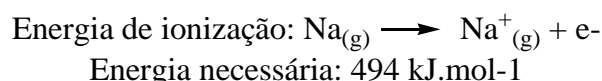
A essência da Química é o átomo, assim como da mineralogia também. Os modelos para representar o átomo passaram por inúmeros avanços, desde que Dalton concluiu que estes eram os constituintes básicos da matéria e extremamente pequenos, além de serem indivisíveis (BROWN, LEMAY e BURSTEN, 1997).

No entanto, a partir de 1911, através dos experimentos realizados por Rutherford e seus alunos, perceberam que o modelo atômico tinha uma região extremamente pequena e densa, a qual chamaram de núcleo, local onde os elétrons deslocam-se ao seu redor e que contém partículas positivas (prótons) e neutras, sendo estes, as menores partes representativas de um elemento químico. Mas atualmente, diversas novas partículas já foram comprovadas no interior do núcleo (BROWN, LEMAY e BURSTEN, 1997).

Todavia, apenas os átomos dos gases nobres podem ser encontrados na natureza sob suas formas isoladas, o restante dos elementos precisam interagir uns com os outros, formando moléculas ou íons (BROWN, LEMAY e BURSTEN, 1997). Assim, uma molécula é formada a partir da interação entre dois ou mais átomos que se ligam, passando a se comportarem como se fossem apenas um, em virtude das ligações químicas. Para Duarte (2001),

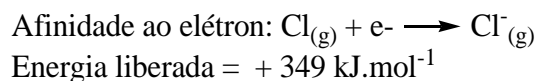
A ligação química, sendo a interação de dois átomos (ou grupos de átomos), está intimamente ligada ao rearranjo da estrutura eletrônica, ou melhor, dos elétrons dos átomos dentro de uma nova molécula. O potencial de ionização e a afinidade eletrônica são duas propriedades periódicas que podem nos auxiliar a compreendermos a natureza da ligação química. (DUARTE, 2001, p. 14)

Nesse sentido, segundo Brown, Lemay e Bursten (1997), o potencial de ionização está associada com a energia mínima para remover elétrons de um átomo no seu estado fundamental gasoso, e à formação de íons com cargas positivas, sendo que, quanto maior a energia de ionização, mais difícil será retirá-lo. Um exemplo fácil de compreender o potencial de ionização ocorre através da remoção de um elétron do átomo de sódio, representado no Esquema 4:



Esquema 4: Equação do átomo de sódio ao perder um elétron

Já a afinidade eletrônica relaciona-se com a adição de um elétron a um átomo no seu estado gasoso, medindo assim, a atração que este terá pelo elétron a ele adicionado, sendo que, na maioria dos casos, quando isso ocorre, o átomo desprende energia, conforme podemos observar no exemplo do átomo de cloro ao receber um elétron, pelo Esquema 5 (BROWN, LEMAY e BURSTEN, 1997).



Esquema 5: Equação do átomo de cloro ao ganhar um elétron

Para os geólogos como Popp (2010), os átomos são os tijolos que constroem todos os materiais existentes no Planeta Terra, inclusive minerais e rochas. Assim, na crosta terrestre alguns elementos estão presentes em maior quantidade, prontos para reagirem e formarem ligações, contribuindo para o processo de formação de inúmeros minerais, conforme podemos observar na Tabela 1.

Tabela 1: Proporção dos elementos na composição da crosta terrestre

Elementos	Porcentagem (%)	Elementos	Porcentagem (%)
O	46,71%	Ti	0,62%
Si	27,69%	H	0,14%
Al	8,07%	P	0,13%
Fe	5,05%	C	0,09%
Ca	3,65%	Mn	0,09%
Na	2,75%	S	0,05%
K	2,58%	Ba	0,05%
Mg	2,08%	Outros	0,25%

Os minerais são os constituintes das rochas, sendo estas, formadas por um ou mais tipos destes materiais, com átomos de diferentes elementos químicos, que ao reagirem uns com os outros, ligam-se, formando moléculas de acordo com cada tipo de mineral (CULL, 2009).

A composição química dos minerais é bastante variável, pois podem ser formados por um único elemento químico, como por exemplo o ouro (Au), sendo para a Química uma substância simples, e para a Geografia um elemento nativo. Mas, também podem ter mais de um tipo de elemento formando substâncias minerais compostas, os quais podem ter composição simples, como a maldonita (Au_2Bi), ou complexas, como a mcgovernita ($Mn^{2+}, Mg, Zn)_{22}(As^{3+}O_3)(As^{5+}O_4)_3(SiO_4)_3(OH)_{20}$) (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

Dentro deste contexto surge a pergunta: “Afim, o que é um mineral?” Segundo Klein e Dutrow (2012),

Um mineral é um **sólido** de ocorrência **natural** com um **arranjo atômico altamente ordenado** e uma **composição química homogênea e definida** (mas não necessariamente fixa). Minerais são frequentemente formados por processos **inorgânicos** (KLEIN e DUTROW, 2012, p. 28, **grifo nosso**).

Neves, Schenato e Bachi (2003) atribuem que a alta ordenação dos minerais é porque são substâncias cristalinas. As definições apresentadas são encontradas na maioria dos livros de geologia, e há muita Química escondida por trás destes conceitos, conforme veremos a seguir.

Uma substância é sólida devido à proximidade entre seus átomos e/ou moléculas que a constituem, apresentando forma fixa, fato este, que a faz ocupar um volume independente do tamanho e da forma do recipiente em que está inserida, como mostra a Figura 5 (RUSSELL, 1994; CHANG, 2010).

Na mineralogia, apenas substâncias sólidas são classificadas como minerais, como por exemplo, as geleiras, porque são sólidos naturais, sem nenhuma intervenção do homem. Assim, todas substâncias no estado gasoso ou líquido são excluídas, com exceção do mercúrio, um mineral encontrado em condições ambientes na forma líquida (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003; TEIXEIRA et al., 2009).

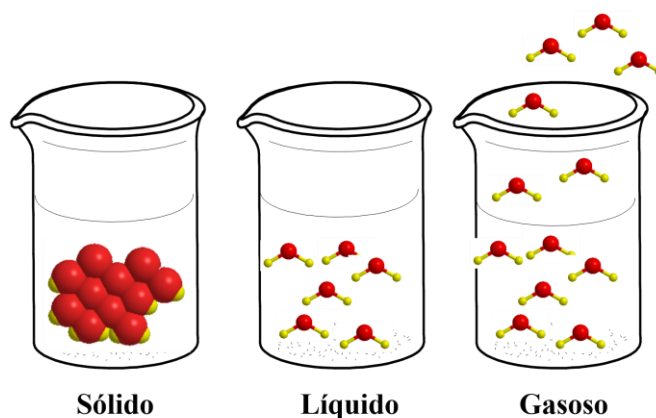


Figura 5: Diferença entre sistemas sólido, líquido e gasoso

Outra característica dos minerais é serem formados naturalmente por processos geológicos, diferenciando-os deste modo, dos minerais produzidos sinteticamente, como as pedras preciosas artificiais, que devem ser identificadas, com o nome do mineral mais o termo “sintético”, como por exemplo, esmeralda sintética (POTSCH, 1965; KLEIN e DUTROW, 2012).

A ocorrência inorgânica exclui as substâncias biogênicas e orgânicas, como no caso das conchas do mar, pois mesmo possuindo exatamente a mesma composição química e estrutura cristalina da calcita (CaCO_3), são formadas por processos metabólicos de organismos vivos (TEIXEIRA et al., 2009). Entretanto, segundo alguns pesquisadores, há exceções, como o diamante e o grafite, porque ambos possuem estruturas extremamente ordenadas (POTSCH, 1965).

Ao definirmos um mineral como cristalino, significa que seus átomos estão organizados em um arranjo tridimensional extremamente ordenado, produzindo sólidos simétricos, chamados de retículos cristalinos, onde cada átomo ocupa uma posição bem definida, fazendo-os empilharem-se regularmente e tornando suas faces planas (RUSSELL, 1994; TEIXEIRA et al., 2009; NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

O arranjo interno destes materiais é peculiar apenas para os sólidos, e por isso que as calotas polares são consideradas minerais, porque quando as moléculas de água assumem um arranjo ordenado, formam um retículo cristalino. Já no caso do mercúrio, o seu estado cristalino não ocorre em condições ambientes, mas ao alcançar uma temperatura de -39°C , sua estrutura passa a ser ordenada (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

Há casos de materiais que em virtude da estrutura interna ser altamente ordenada, possuem várias faces, regulares ou não. Estes materiais são denominados de cristais, porém, só serão classificados como minerais se seguirem rigorosamente os critérios necessários, e assim, de acordo com Neves, Schenato e Bachi (2003), todos os minerais podem ser chamados de cristais, mas nem sempre estes são tratados como tais, visto que, podem ser orgânicos, como os cristais de açúcar.

Para serem considerados minerais, os materiais devem apresentar composição química homogênea e definida, ou seja, assim como na Química, precisam ser substâncias puras com composição química fixa, como por exemplo o quartzo, cujos elementos químicos presentes em sua composição são somente o silício e o oxigênio, sua composição química não varia, por isso é homogêneo (RUSSEL, 1980).

Em outros casos, como a dolomita $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$, outros elementos químicos acabam juntando-se a ela, como o ferro e o manganês, e deste modo, deixam de ser puros, passando a ser $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Mn})(\text{CO}_3)$, mas, continuam sendo homogêneos, apenas sua composição modifica-se (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003). Alguns materiais expressam muita semelhança com minerais, mas, não apresentam todas as características necessárias para serem tratados como tais, e por isso, são denominados de mineralóides, como por exemplo, as pérolas e os recifes de corais (TEIXEIRA et al., 2009).

Além disso, outro exemplo muito comum, porém errôneo, é chamar os cálices e vasos de vidros de “cristais”, visto que, seus átomos não estão organizados em arranjos cristalinos, pelo contrário, quando formados pelas erupções vulcânicas, o resfriamento é bastante rápido, fazendo com que seus átomos sejam impedidos de se moverem antes que tenham tempo de se organizarem de forma ordenada (TEIXEIRA et al., 2009).

Estes vidros são sólidos assim como os cristais, mas amorfos e não cristalinos, em consequência do arranjo atômico não ordenado que os formam, como pode ser visto na Figura 6, a qual mostra a diferença estruturais entre um cristal e um vidro de quartzo (TEIXEIRA et al., 2009).

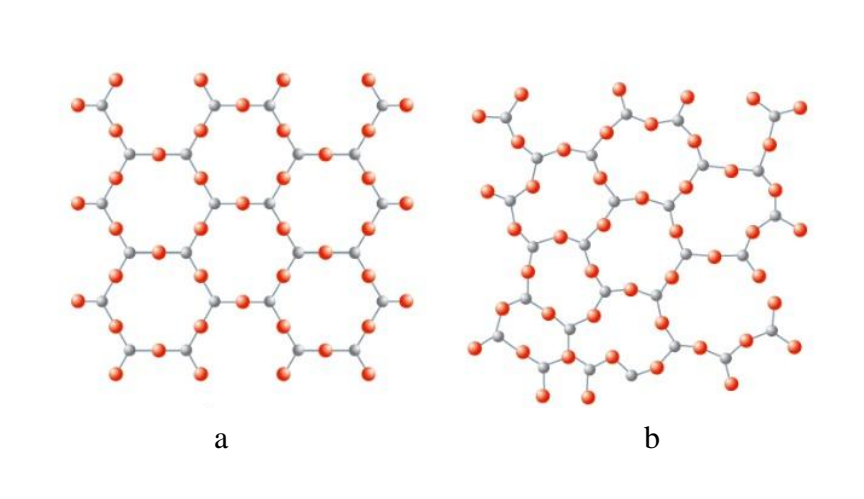


Figura 6: Diferença estrutural: cristal de quartzo (a) vidro de quartzo (b).

(http://12q.te.pt/index.php?class_name=Conteudos&meth=showConteudo&id=4067
Acesso em: julho de 2014)

Outros materiais também costumam causar dúvidas se podem ser classificados como minerais ou não, como a água mineral e o carvão mineral. Em ambos os casos são, visto que, o primeiro é líquido à temperatura ambiente e não possui estrutura cristalina ordenada, e o segundo é formado por material biogênico, ou seja, formado pela ação dos organismos. Porém, os dois estão incluídos como fonte de recursos minerais, por serem formados por processos naturais, e bastante utilizados pelo o homem (TEIXEIRA et al., 2009).

2.3.1 Características dos sistemas cristalinos

Na estrutura química dos minerais, as ligações geralmente apresentam caráter misto, ou seja, podem apresentar ligações iônicas, covalentes e metálicas na mesma composição

estrutural, com exceção dos minerais monoatômicos como o diamante, que apresenta somente átomos de carbono (POMEROL et al., 2013).

Nesta perspectiva, como já mencionado, um mineral deve ter seu arranjo cristalino extremamente ordenado. Assim, para que estes arranjos geométricos se desenvolvam, é preciso que seus átomos se unam por meio de ligações químicas, as quais serão descritas a seguir:

2.3.1.1 Ligação iônica

Este tipo de ligação ocorre por meio da atração eletrostática entre íons de cargas elétricas com sinais opostos, ocasionando na transferência de elétrons entre cátions positivos (metais) e ânions negativos (não metais), e conseqüentemente, formando sólidos iônicos com arranjos regulares, chamado de rede cristalina (ATKINS e JONES, 2012).

Um exemplo em que isto ocorre é o cloreto de sódio (NaCl), o sal de cozinha, pois os íons sódio alternam-se com os íons cloretos, originando um arranjo ordenado e tridimensional, conforme mostra a Figura 7.



Figura 7: Retículo cristalino do NaCl

Na ocorrência deste tipo de ligação, os átomos dos elementos de baixa energia de ionização, como os metais alcalinos e alcalinos terrosos, formam cátions, devido à alta probabilidade de produzirem compostos iônicos. Já os átomos com alta afinidade eletrônica formam ânions, como os halogênios e oxigênio (CHANG e GOLDSBY, 2013).

Com a forte de interação dos íons, devido a existência de forças coesivas fortes entre eles, o retículo cristalino é formado. Assim, quanto maior a interação, maior a energia da rede cristalina, moldando deste modo, as propriedades químicas do sólido, como altos pontos de fusão e fragilidade (ATKINS e JONES, 2012).

A fragilidade dos compostos está relacionada com suas cargas, e por isso que quando um sólido iônico sofre algum tipo de impacto, se despedaçam rapidamente, pois seus íons de mesma carga entram em contato, repelindo-se, como pode ser visto na Figura 8 (CHANG e GOLDSBY, 2013).

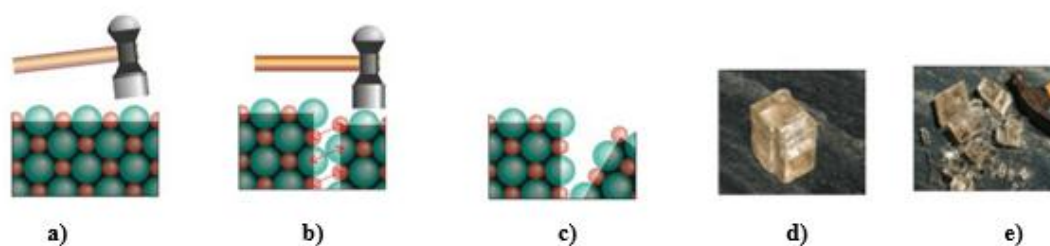


Figura 8: Arranjo ordenado de um sólido iônico (a) Um impacto aproxima as cargas iguais, repelindo-as (b) Com a repulsão, o sólido se fragmenta (c) Arranjo ordenado da calcita (d) Fragmentação ocasionada por um impacto (e) (ATKINS e JONES, 2012)

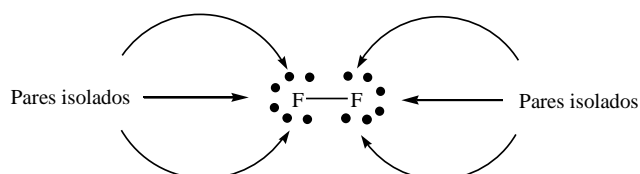
2.3.1.2 Ligação covalente

De acordo com Brady e Senese (2009), a maioria das substâncias presentes no nosso cotidiano não são iônicas, mas sim, moléculas. Estas, são formadas por ligações químicas que unem um átomo ao outro através do compartilhamento de elétrons, conhecido como ligação covalente, quando os elétrons da camada de valência são partilhados e atraídos pelo núcleo destes átomos (ATKINS e JONES, 2012).

Um exemplo ocorre entre os átomos de flúor, cuja camada de valência é $2s^2 2p^5$. Ou seja, cada átomo possui um elétron desemparelhado para participar da ligação, como pode ser visto no Esquema 6. Após a ligação, sobram três pares de elétrons não ligantes (isolados), que não participaram da ligação covalente, como mostra o Esquema 7, através da representação de Lewis (CHANG e GOLDSBY, 2013).



Esquema 6: Formação da ligação covalente entre átomos de flúor.
(CHANG, GOLDSBY, 2013).



Esquema 7: pares de elétrons isolados
(CHANG, GOLDSBY, 2013)

Assim como a ligação iônica ocorre devido a diferença eletrostática entre metais e não metais, a ligação covalente ocorre entre átomos não metálicos, e por isso suas energias de ionização são altas, percorrendo diferentes caminhos enérgicos, para que a energia diminua, sendo uma das maneiras, o compartilhamento de elétrons (BRADY, SENESE, 2009).

2.3.1.3 Ligação metálica

De acordo com Chang e Goldsby (2013), na ligação metálica ocorre o compartilhamento de elétrons de diversos átomos do mesmo elemento químico metálico, gerando sólidos geralmente de sistemas cúbicos. Entretanto, ao mesmo tempo, esta ligação é diferenciada das demais, pois o deslocamento dos elétrons ocorre por todo o sólido e não apenas pelo compartilhamento entre dois elétrons ou pela doação destes até que o octeto seja completado, em consequência do arranjo ordenado imerso em um mar de elétrons.

No modelo “mar de elétrons”, a estrutura sólida é representada como um esqueleto rígido e regular de cátions imersos num mar de elétrons situados na camada de valência. Este mar de elétrons fica limitado no metal, devido as atrações eletrostáticas dos cátions e pela uniformidade em que estes estão distribuídos no decorrer na estrutura sólida, ocasionando na mobilidade eletrônica, explicando assim algumas propriedades, como a condutividade térmica

dos metais, a ductibilidade e a maleabilidade, pois o deslocamento relativo dos átomos ocorre sem que haja rompimento das ligações (BROW, LEWAY e BURSTEN, 1997).

2.3.1.4 *Van Der Waals*

Ao falarmos das ligações covalentes, estamos falando em átomos que geram moléculas, pois são ligações internas atômicas. No entanto, para que uma substância seja formada, como no caso dos minerais, várias moléculas devem ser unidas, e isto acontece por meio de forças externas, chamadas de forças intermoleculares, responsáveis pelas propriedades físicas destes sólidos, como ponto de fusão e ebulição.

Estas forças são fracas, quando comparadas com as forças eletrostáticas, e por isso que para que o ponto de fusão e ebulição de uma dada substância seja alcançado, é necessário menos energia para que as ligações entre as moléculas sejam quebradas. Este tipo de força pode ocorrer de diferentes formas, como: dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido e forças de dispersão (CHANG e GOLDSBY, 2013).

2.3.2 Classificação dos minerais quanto ao sistema cristalino

De acordo com Popp (2010), as substâncias cristalinas são formadas por meio de misturas líquidas ou gasosas existentes no interior da crosta terrestre, levando a formação de arranjos entre os átomos dos elementos químicos. Os minerais podem se desenvolver com uma forma geométrica diferenciada e definida, de acordo com o sistema cristalino característico de cada tipo de mineral, e assim, as condições físicas são as principais responsáveis pelas propriedades dos minerais que estão sendo formados (POPP, 2010).

Se a cristalização for um processo lento, e se no cristal houver espaço livre para seu crescimento, melhor será o desenvolvimento dos minerais, pois suas faces serão planas e com ângulos bem definidos (TEIXEIRA et al., 2009).

O sistema cristalino do mineral conserva as propriedades geométricas, físicas e químicas de um mineral em um cristal, entretanto, sua geometria é apresentada por três

vetores caracterizados por três ângulos, α , β e γ , e também por três comprimentos, a , b e c , que dividem o cristal em metades iguais, (Figura 9).

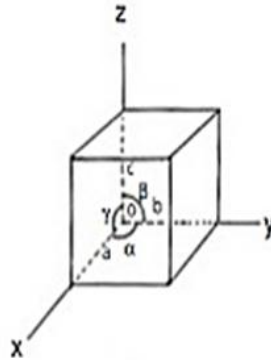


Figura 9: Geometria do cubo, onde $a = b = c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Assim, de acordo com a forma como se desenvolveram, os minerais são classificados em sete sistemas cristalinos: cúbico, tetragonal, rômboico, hexagonal, trigonal ou romboédrico, monoclinico e triclínico, conforme mostra resumidamente o Quadro 3, com as características de cada tipo e a Figura 10 alguns exemplos destes sistemas.

Sistema cristalino	Constante paramétrica	Constante angulares
Cúbico	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Ortorrômboico	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Hexagonal	$a = b = c \neq d$	$\alpha = \beta = \delta = 120^\circ; \gamma = 90^\circ$
Trigonal	$a = b = c \neq d$	$\alpha = \beta = \delta = 120^\circ; \gamma = 90^\circ$
Monoclinico	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 90^\circ$
Triclínico	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

Quadro 3: Características dos sistemas cristalinos (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003)

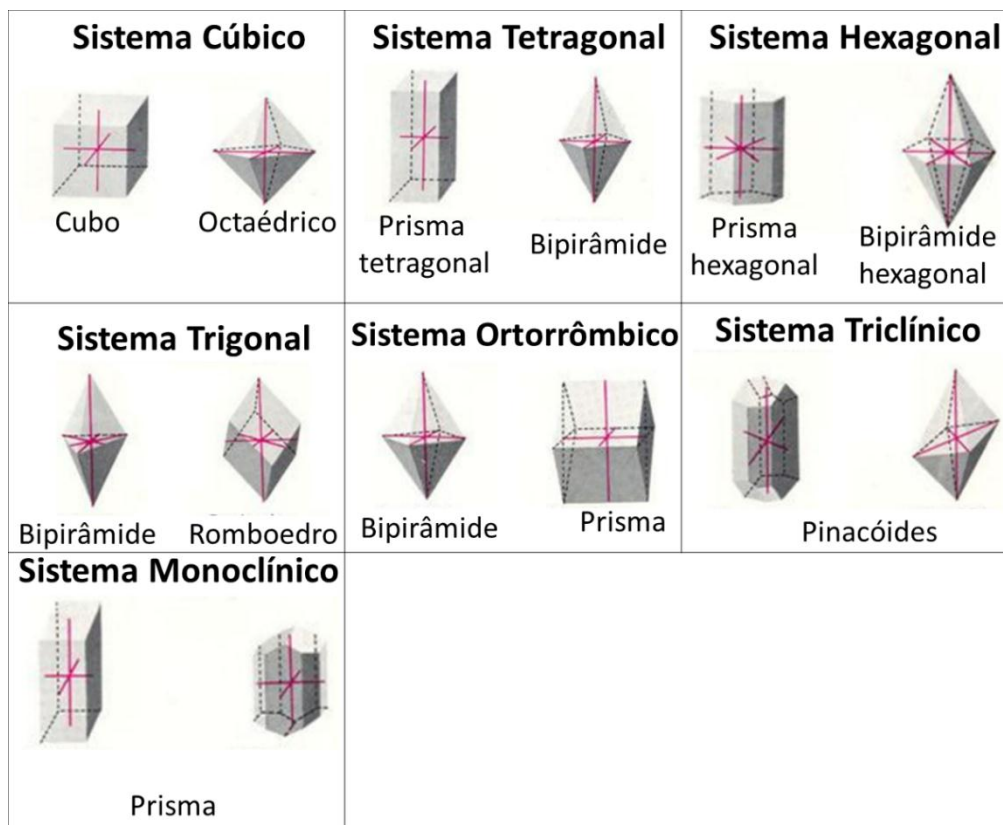


Figura 10: Sistemas cristalinos dos Minerais
(<<http://slideplayer.com.br/slide/383616/>> Acesso em 14 de maio de 2014)

a) **Sistema cúbico:** Quando cristalizados neste sistema, os minerais apresentam constantes paramétricas iguais entre si e constantes angulares de 90° . A forma fundamental é o cubo ou hexaedro regular, do qual derivam outras formas, como: tetraedro, hexaedro, octaedro, entre outros (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

b) **Sistema tetragonal:** os minerais deste sistema apresentam duas constantes paramétricas igual e uma diferente, e com as constantes angulares são iguais às do sistema cúbico. A forma fundamental é o prisma reto de base quadrada, do qual derivam as seguintes formas: prisma, bipirâmide, etc. (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

c) **Sistema ortorrômbo:** Neste caso, os minerais possuem todas as constantes paramétricas diferentes, enquanto que as constantes angulares são idênticas às dos sistemas cúbico e tetragonal. A forma fundamental é o paralelepípedo rômbo, da qual derivam uma série de outras formas que podem, eventualmente, estar combinadas ou não. São elas: prisma, bipirâmide, entre outros (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

d) Sistema hexagonal: Apresentam três constantes paramétricas, iguais entre si, e uma quarta diferente. Já as constantes angulares, três são iguais entre si, com ângulos de 120° , e uma quarta é ortogonal ao sistema. Sua forma fundamental é o prisma reto de base hexagonal, da qual derivam as seguintes formas: pinacóide, bipirâmide e pirâmide (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

e) Sistema trigonal: ambas as constantes são idênticas às do sistema hexagonal. Sua forma fundamental é o romboedro, do qual derivam: pirâmide, prisma, pinacóide, etc. (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

f) Sistema monoclinico: A cristalização destes minerais apresentam constantes paramétricas diferentes entre si. Já as constantes angulares, duas são iguais, com ângulos de 90° , e uma terceira diferente do ângulo reto. A forma fundamental é o paralelepípedo monoclinico, do qual derivam: prisma, pinacóide, entre outros (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

g) Sistema triclinico: São caracterizados por apresentarem todas as constantes paramétricas diferentes, e as constantes angulares diferem de 90° . A forma fundamental é o paralelepípedo anórtico, do qual derivam formas como os pinacóides (NEVES, SCHENATO, BACHI, 2003).

2.3.3 Classificação dos minerais quanto a composição química

Os minerais apresentam uma relação direta com a Química, sendo estes classificados de acordo com os elementos, íons ou moléculas presentes em suas constituições. No entanto, neste trabalho, apenas algumas das classificações serão apresentadas, dando enfoque nas mais comuns e nas que foram trabalhadas no decorrer das aplicações, conforme descreveremos a seguir:

a) Elementos nativos: De acordo com Neves, Schenato e Bachi (2003), são substâncias que ocorrem na natureza no estado elementar. Estes tipos de minerais são classificados em:

- Metais nativos: Caracterizada por apresentar apenas ligações metálicas em sua composição química, por exemplo: Cobre (Cu); Ouro (Au); Mercúrio (Hg).
- Não metais nativos: São minerais formados por elementos químicos de não metais, sendo formado apenas por ligações covalentes, como exemplo temos o Diamante (C), (Figura 11).

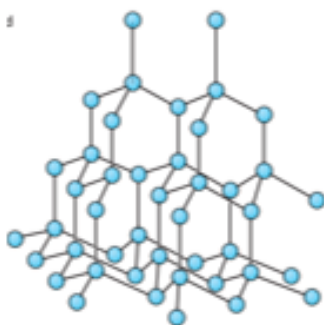


Figura 11: Estrutura cristalina do diamante (KLEIN E DUTROW, 2012; CULL, 2009)

b) Sulfatos: O enxofre é um elemento químico com seis elétrons na sua camada de valência, e para que o ânion sulfato seja formado, quatro átomos de oxigênio ligam-se a ele, deixando-o com duas cargas negativas (SO_4^{2-}), o qual possui seu arranjo cristalino organizado na forma de tetraedro por exemplo a Gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (KLEIN e DUTROW, 2012).

Este mineral possui estrutura monoclínica, que consiste na forte ligação entre as os ânions SO_4^{2-} e os cátions Ca^{2+} , como pode ser observado na Figura 12 (KLEIN e DUTROW, 2012).

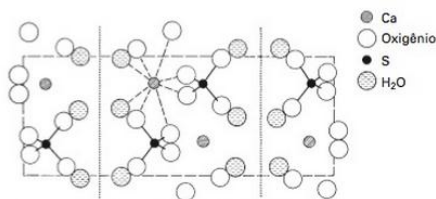


Figura 12: Estrutura da Gipsita hidratada (KLEIN E DUTROW, 2012)

c) **Óxidos:** De acordo com Klein e Dutrow (2012), as ligações formadas nos minerais do grupo dos óxidos geralmente são do tipo iônica, e resultam da combinação do elemento químico oxigênio com um ou mais tipos de metais, os quais estão organizados em:

- Óxidos simples: Minerais com um metal ligado aos átomos de oxigênio, como o Corídon (Al_2O_3).
- Óxidos múltiplos: Minerais com mais de um tipo de metal ligados aos oxigênios.

d) **Carbonatos:** Caracterizados por apresentarem o ânion $(\text{CO}_3)^{2-}$ em sua estrutura, além de possuírem baixa dureza. Uma característica bastante comum destes minerais é a capacidade de reagirem com ácidos, liberando gás, como pode ser visto no Esquema 8 (POPP, 2010; KLEIN e DUTORW, 2012).



Esquema 8: Reação de um mineral do grupo carbonato com ácidos (KLEIN E DUTORW, 2012)

O grupo dos carbonatos é dividido em calcita, angonita e dolomita, sendo a mais importante a primeira, conforme apresentada a seguir:

- Calcita: São minerais que apresentam, além do ânion carbonato, elementos metálicos como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e ferro (Fe), sendo a calcita (CaCO_3) (Figura 13) o mineral mais importante deste grupo (POPP, 2010; KLEIN e DUTORW, 2012).



Figura 13: Calcita

(<<http://mente-cristalina.blogspot.com.br/2011/05/calcita-otica-parece-uma-pedra-de-gelo.html>>)

e) Nitratos: este grupo possui em sua estrutura o ânion $(\text{NO}_3)^-$, que com a alta carga do nitrogênio possibilita a sua ligação com três átomos de oxigênios, e por serem bastante eletronegativos, formam uma ligação extremamente forte, tornando-os difícil de reagirem com ácidos, ao contrário dos carbonatos, como exemplo temos o Nitrato de sódio (NaNO_3) (KLEIN e DUTORW, 2012).

f) Fosfatos: Possuem o ânion PO_4^{3-} em sua composição química, e são minerais bastante empregados como fertilizantes. Um exemplo é a apatita $[\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3]$ (POPP, 2010).

g) Silicatos: Representam 95% dos constituintes totais da crosta terrestre, ou seja, mais ou menos cerca de 600 espécies de minerais. O arranjo cristalino dos silicatos baseia-se em estruturas tetraédricas, cuja fórmula geral é $(\text{SiO}_4)^{4-}$, também conhecidos como neossilicatos, como mostra a Figura 14 (POMEROL, et al 2013; KLEIN e DUTORW, 2012).

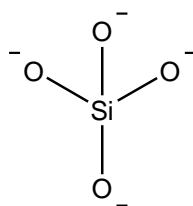


Figura 14: Tetraedro formado pelo ânion $(\text{SiO}_4)^{4-}$ (neossilicatos). (POMEROL, et al 2013).

Esta classe mineral é o principal constituinte das rochas, sendo os mais importantes os nesossilicatos (olivina e granada), os inossilicatos (piroxênios e anfibólios), os filossilicatos (micas e argilominerais), os tectossilicatos (feldspatos e o quartzo), todos sub divisões deste grupo (Figura 15).

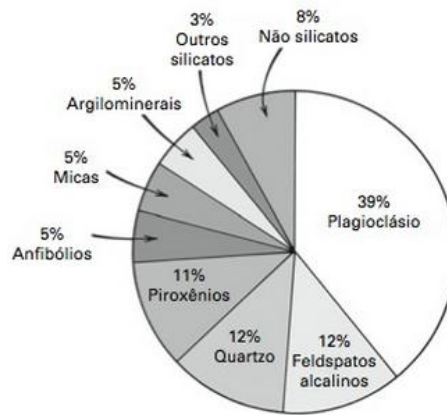


Figura 15: Porcentagem em volume dos minerais na crosta terrestre, sendo 92% silicatos. (De RONO e YAROSHEVSKY, 1969 apud KLEIN e DUTROW, 2012).

As principais subdivisões desta classe são:

- Nesossilicatos: São os minerais que apresentam o ânion $(\text{SiO}_4)^{4-}$ em sua estrutura, como a olivina $(\text{Mg}_{2-x}\text{Fe}_x)\text{SiO}_4$, onde $0 \leq x \leq 2$.
- Inossilicatos: Caracterizado por possuir cadeias tetraédricas, cujo centro está situado o silício (POMEROL et al, 2013). Podem ser organizados em:
 - Piroxênios: Quando apresentam cadeias simples de fórmula $(\text{SiO}_3)^{2-}$, como pode ser averiguado na Figura 16 (POMEROL et al, 2013).

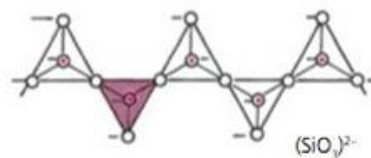


Figura 16: Estrutura química do $(\text{SiO}_3)^{2-}$ (POMEROL et al, 2013)

- Anfibólios: Quando possuem cadeias duplas cuja fórmula é $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$, a qual está representada na Figura 17 (POMEROL et al, 2013).

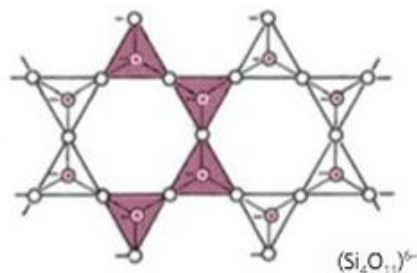


Figura 17: Estrutura química do $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$
(POMEROL et al, 2013)

- Filossilicatos: Possui camadas de tetraedros unidos a três de seus vértices, formando uma rede plana hexagonal $(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{4-}$, como apresentado na Figura 18. As principais subclassificações são: micas, serpentinas e argilominerais (POMEROL et al, 2013).

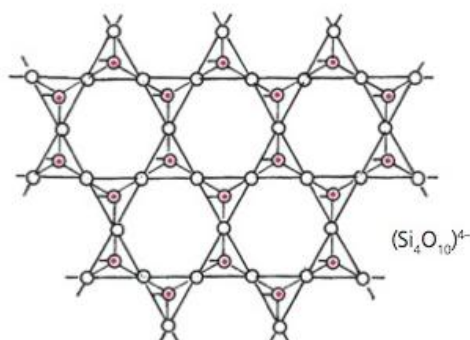


Figura 18: Tetraedros associados em folhetos
(POMEROL et al, 2013)

- Micas: São minerais muito complexos, com hidroxilas (OH) em sua composição, além de outros elementos, como Al, K, Ca, Mg ou Fe (POMEROL et al, 2013).

Um exemplo é a Moscovita $[\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})]$ e biotita $[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$.

- Serpentinas: Trata-se de minerais hidroxilados, geralmente fibrosos, com coloração esverdeada e ricos em água (13%). Quando fibrosas, as serpentinas são

minerais amiantíferos, bastante empregadas na fabricação de materiais de cimento-amianto como o crisotilo $[Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4]$ (POMEROL et al, 2013)

- **Argilominerais:** São minerais com aspectos físicos e químicos bem diferenciados, formados pelo empilhamento de camadas tetraédricas e octaédricas. Na camada tetraédrica, os íons oxigênicos da base dos tetraedros SiO_2 ligam-se a dois tetraedros, já os íons oxigênicos dos vértices ligam-se a hidrogênios (H). Na parte superior da camada tetraédrica, encontra-se uma camada octaédrica formada por alumínio, hidroxilas e íons oxigênicos, um exemplo é a montmorillonita, como mostra a Figura 19 (POMEROL et al., 2013; POPP, 2010).

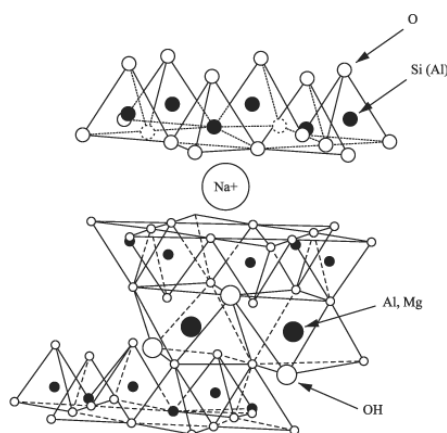


Figura 19: Exemplo de argilominerais

< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282005000300012&script=sci_arttext >
Acesso em: 19/08/2014

Um exemplo desses minerais é a argila, a qual possui diâmetros inferiores a 0,0004 mm, possuindo vários tipos de cátions e ânions, como K, Mg, Fe, Na, Ca, NH_4 , H, SO_4 , Cl, P_2O_4 e N_2O_3 . Compreender os argilominerais é bastante importante, pois, os solos são constituídos, em sua maior parte por estes minerais, permitindo assim, as trocas de nutrientes que as plantas necessitam, contribuindo para a vida do planeta (POMEROL et al., 2013).

➤ **Tectossilicatos:** Esta subdivisão dos silicatos são os mais importantes entre os minerais formadores de rocha, visto que, constituem mais de 60% das rochas constituintes da crosta terrestre. A estrutura cristalina fundamental segue a constituição básica dos silicatos, ou seja, é formada por tetraedros de $Si(Al)O_4$, onde os átomos de silício são

coordenados por quatro átomos de oxigênio (VLACH, 2002). Neste grupo encontram-se os feldspatos e os quartzos.

- **Feldspatos:** São os tectossilicatos mais importantes e diversificados. Possuem a presença do íon de alumínio, um cátion trivalente, que se adapta facilmente ao sistema tetraédrico. A fórmula geral destes minerais pode ser representada por MT_4O_8 , onde T são ocupados pelos elementos silício e alumínio, M por metais alcalinos (geralmente K e Na) ou alcalino-terrosos (em geral Ca, mas também pode ser Sr e Ba). Um exemplo é a albita (feldspato sódico) $[Na(AlSi_3O_8)]$ (VLACH, 2002).
- **Quartzo:** Mineral com composição química SiO_2 , apresenta uma variedade de cores, como incolor, branco, rosa, preto, verde, entre outros (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

2.3.4 Propriedades dos minerais

Segundo Klein e Dutrow (2012), as propriedades físicas dos minerais resultam da composição química e estrutura destes. Como as propriedades são características de cada grupo mineral, as classificações devem apresentar semelhanças, sendo estas utilizadas para determinar suas identidades. A seguir discutiremos algumas das principais propriedades físicas dos minerais.

2.3.4.1 Dureza

Esta propriedade mede a resistência que a superfície de um mineral apresenta ao ser riscado, estando relacionada à estrutura interna e à natureza das ligações interatômicas. Numericamente, a dureza baseia-se na escala proposta pelo austríaco Friederich Mohs (1822) sendo desde então, utilizada pelos mineralogistas e denominada de “escala de Mohs”, que apresenta minerais de dureza crescente, como pode ser averiguada no Quadro 4 (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

A medida é feita através de comparações, a qual determina o grau de dificuldade com que um mineral é riscado pelo outro, sendo que, os minerais com dureza abaixo de 2,5 podem ser riscados pela unha humana. Já os minerais com dureza que variam entre 3 e 5 são riscados pelo aço, mas não riscam o vidro. E por último, encontram-se os minerais com dureza superior, os quais não são riscados pelo aço, mas podem riscar o vidro (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

1	Talco	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	Sistema monoclinico
2	Gipsita	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Sistema monoclinico
3	Calcita	$CaCO_3$	Sistema trigonal
4	Fluorita	CaF_2	Sistema cúbico
5	Apatita	$Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$	Sistema hexagonal
6	Ortoclásio	$KAlSi_3O_8$	Sistema monoclinico
7	Quartzo	SiO_2	Sistema trigonal
8	Topázio	$Al_2SiO_4(F,OH)_2$	Sistema ortorrômbico
9	Corindon	Al_2O_3	Sistema trigonal
10	Diamante	C	Sistema cúbico

Quadro 4: Escala de Mohs




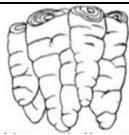

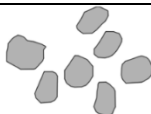
Além disso, é relevante acrescentar outras medidas de dureza, os quais foram importantes para a realização das atividades, conforme apresentadas no Quadro 5 abaixo:

Objeto	Dureza
Unhas	2,5
Moeda de cobre	3,0

Quadro 5: Dureza de materiais alternativos
(NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003)

2.3.4.2 Hábitos cristalinos

São as formas geométricas externas desenvolvidas através do crescimento dos cristais, as quais dependem das condições de crescimento, para que se desenvolvam perfeitamente (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003). Os hábitos mais comuns encontram-se no Quadro 6.

Hábito	Característica	
Prismático	Cristais alongados, em forma de prismas.	
Lamelar	Cristais separados por lamina.	
Acicular	São agregados de cristais em forma de agulhas.	
Colunar	Cristais com formato de colunas cilíndricas.	
Fibroso	Agregados de cristais em fibras, lembrando fios de lã.	
Granular	Mineral formado por grãos.	

Quadro 6: Hábitos dos minerais

2.3.4.3 Densidade

Não apenas na mineralogia, mas também na Química, as substâncias são identificadas através desta propriedade. A densidade resulta da relação da massa de um determinado objeto pelo volume que ele ocupa (Esquema 9), sendo que o volume aumenta à medida que a massa também aumenta (CHANG, 2010). Assim, a densidade é uma propriedade muito importante para a determinação de um mineral.

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{d = densidade; m = massa; V = volume}$$

Esquema 9: Fórmula da densidade
(CHANG, 2010)

Para averiguar a densidade de um dado mineral, um método bastante simples consiste em colocar uma quantidade exata de água (4°C) em um recipiente aferido, imergir o mineral já pesado, e conferir o novo volume apresentado, diminuindo do volume inicial, e em seguida colocar os dados no Esquema 9.

2.3.4.4 Brilho

O brilho é uma propriedade óptica diretamente relacionada com o grau de reflexão e refração da luz, sendo que, quanto maior o grau de reflexão, mais intenso será o brilho do mineral. De acordo com Neves, Schenato e Bachi (2003), o brilho de um mineral é o aspecto apresentado por sua superfície no momento em que a luz reflete sobre ele. Esta propriedade pode ser dividida em duas categorias principais, os minerais que apresentam brilho metálico e os que apresentam brilho não metálico.

- a) Metálico: são aqueles que apresentam em sua composição química metais, formados por ligações metálicas ou parcialmente metálicas. Esta propriedade, a qual reflete quase que totalmente a luz visível, é característica dos minerais dos grupos dos metais nativos, sulfetos e óxidos (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003; KEIN e DUTROW, 2012). Um exemplo bastante comum é a pirita, como podemos observar na Figura 20.

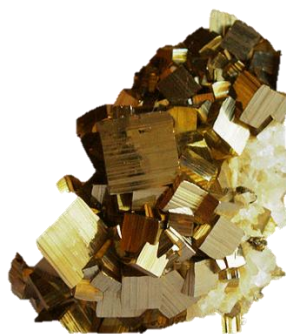




Figura 20: Pirita (FeS_2), mineral que apresenta brilho metálico
 <<http://entendendoageologiaufba.blogspot.com.br/2012/03/pirita.html>> Acesso em 09/07/2013

Acesso em

- b) Não-metálico: Estes minerais são constituídos de metais e não metais, sendo formados por ligações iônicas e covalentes (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003; KEIN e DUTROW, 2012). Os minerais não metálicos são classificados de acordo com o tipo de brilho não metálico de acordo com o Quadro 7 a seguir.

Tipo de brilho não metálico	Característica	Exemplo	
Vítreo	Semelhante ao brilho do vidro	Quartzo	
Resinoso	Aspecto similar à resina	Titanita	
Nacarado	Aspecto similar às pérolas/perláceo	Apofilita	
Graxo	Aspecto graxo, como se estivesse encoberta por uma camada de óleo	Serpentinas	

Sedoso	Aspecto acetinado	Gipsita fibrosa	
Adamantino	Apresenta reflexos fortes e brilhantes	Diamante	

Quadro 7: Subdivisão dos minerais não metálicos (BACHI, 2003; KEIN e DUTROW, 2012)

2.3.4.5 Tenacidade

Apresenta a medida de coesão de um mineral, ou seja, é a medida de resistência que um mineral apresenta ao ser quebrado ou deformado (KLEIN e DUTROW, 2012). Desta forma, o Quadro 8 apresenta as características dos minerais quanto a sua tenacidade.

Tipo de tenacidade	Características	Exemplos
Quebradiço	Se quebra ou se reduz a pó, facilmente, quando submetido à pressão	Quartzo e diamante
Maleável	Resulta em folhas finas	Ouro e prata
Séctil	Pode ser transformado em lascas com a utilização de uma faca	Talco
Dúctil	Pode ser esticado como um fio	Cobre
Plástico	Pode ser dobrado, porém não volta à sua origem	Talco
Elástico	Pode recuperar sua forma original	Micas

Quadro 8: Definições dos minerais quanto a tenacidade

2.3.4.6 Transparência

É a capacidade que um mineral tem de permitir a passagem de luz, os quais podem ser classificados em translúcidos ou opacos (POPP, 2010). Assim, quando uma luz é incidida em um mineral metálico, esta não será refletida no lado oposto, sendo então denominado de mineral opaco. Já quando a luz é incidida em um mineral não metálico, esta poderá ser observada atravessando todo o mineral, sendo refletida no outro lado, e desta forma, será denominado de translúcido (POPP, 2010).

2.3.4.7 Cor

De acordo com Ferreira (2010), a cor é o resultado da luz absorvida pelos olhos, sendo diretamente dependente do comprimento de onda das radiações, assim, ao olharmos para um mineral, dependendo do comprimento de onda que este absorveu dentro da região do visível, nosso cérebro poderá visualizar uma determinada cor. A cor de um mineral está intimamente relacionada com a sua composição química, sendo uma propriedade muito importante, pois em vários casos, esta pode ajudar na identificação de um determinado tipo de mineral (POMEROL, et al., 2013; POPP, 2010).

Para que um mineral apresente cor, deve ter em sua composição química, metais de transição, ou seja, elementos químicos do bloco *d* da tabela periódica. Segundo Silva (2013), as cores resultam das transições eletrônicas ocasionadas pela absorção da luz visível dos elementos de transição que não possuem seus sub níveis preenchidos. Estes, por apresentarem diferentes energias, seus elétrons ficam excitados, passando de um nível de energia para outro, e assim, conseqüentemente, emitindo luz, na forma de cor. Logo, se a luz não for absorvida pela estrutura cristalina do mineral, esta será incolor (SCHRANK, 2011). O Quadro 9 mostra alguns exemplos de minerais e suas respectivas cores.

Metal de transição presente	Mineral	Cor
Cobre (Cu)	- Malaquita	- Verde
	- Azurita	- Azul
Mangânes (Mn)	- Rodocrosita	- Rosa
Vanádio (V)	- Vanadinita	- Amarelo

Quadro 9: Exemplos de minerais e suas respectivas cores

2.3.4.8 Traço

Esta propriedade dos minerais baseia-se na cor do pó obtido quando um mineral é riscado contra uma placa de porcelana, sendo bastante útil na identificação dos minerais opacos, os quais apresentam traços coloridos, como pode ser visto na Figura 21, já os minerais translúcidos apresentam coloração branca ou incolor (POPP, 2010).



Figura 21: cor avermelhado do risco da hematita, um mineral de ferro

2.4 Como os minerais são formados

Segundo Neves, Schenato e Bachi (2003), os minerais são formados a partir do processo de cristalização, ou seja, ocorre através do crescimento de um sólido que apresenta uma determinada composição química, com faces cristalinas bem definidas.

Durante o processo, os minerais crescem até que haja espaço e líquido suficiente para o seu desenvolvimento. Deste modo, se os cristais formados forem grandes, e com faces bem definidas, isso quer dizer que o seu crescimento ocorreu lentamente e com espaço adequado. Caso contrário, ou seja, se o espaço for limitado ou a cristalização rápida demais, as faces dos minerais não se desenvolverão, e formarão apenas grãos (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

A formação de um mineral envolve a mudança da matéria de um estado físico para outro, através do controle de temperatura e pressão, sendo que o estado sólido será favorecido a baixas temperaturas e a altas pressões. Logo, os minerais, em condições normais de temperatura e pressão, são sólidos, com exceção do mercúrio e das calotas polares, e seus

átomos ficam organizados em uma estrutura rígida regular, também chamada de retículo cristalino (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

A formação desses sólidos, pode ocorrer de diferentes formas. Uma das formas é o processo de cristalização, que ocorre a partir de soluções, quando a água de uma solução evapora lentamente, alcançando um ponto de saturação onde o líquido não conseguirá mais absorver o sal da solução, e este começará a precipitar, formando o mineral. Assim, quanto mais lentamente ocorrer a evaporação da água, melhor formados e definidos serão os cristais (NEVES, SCHENATO e BACHI, 2003).

2.5 Os minerais e a saúde

Conforme descrito anteriormente, os minerais são os constituintes principais das rochas, e estas, através do intemperismo, formam o solo. As plantas por sua vez, absorvem os nutrientes minerais que estão dissolvidos na solução do solo pelas raízes (BISSANI, et al., 2008). Os seres humanos, no entanto, ao ingerirem vegetais, animais ou água, acabam absorvendo os minerais essenciais à saúde.

No organismo, os sais minerais atuam principalmente como reguladores da atividade celular, chegando a representarem cerca de 1% do total da composição celular. Na forma insolúvel, entram na composição de estruturas esqueléticas e de sustentação, como os ossos e dentes. Já quando dissolvidos, formam íons, e é sob essa forma que desempenham as atividades reguladoras (CORSINO, 2009). O quadro 10 mostra alguns íons provenientes dos minerais.

Íons	Papel biológico
Íon fosfato (PO_4^-)	<ul style="list-style-type: none"> - É encontrado nos líquidos intercelulares e no plasma sanguíneo; - No esqueleto, sob a forma de fosfato de cálcio, confere rigidez aos ossos; - São fundamentais nos processos de transferência de energia na célula.

Íon Cloreto (Cl^-)	- É um dos componentes do suco gástrico na forma de ácido clorídrico (HCl); - Participa dos processos de equilíbrio hídrico celular.
Íon Sódio (Na^+)	- Está ligado à condução de estímulos nervosos nos neurônios.
Íon Potássio (K^+)	- Está relacionado à condução de estímulos nervosos e ao equilíbrio hídrico das células;
Íon Ferro (Fe^{2+})	- É um dos constituintes das moléculas da hemoglobina presente nas hemácias; - É responsável pelo transporte de gases da respiração pelo sangue;
Íon Cálcio (Ca^{2+})	- Encontram-se nos ossos e dentes; - Importante para a contração muscular, mitose, coagulação sanguínea, transmissão do impulso nervoso ou sináptico e o suporte estrutural do esqueleto. (PEREIRA et al., 2009).

Quadro 10: Os minerais e seus papéis biológicos
(Adaptado de CORSINO, 2009)

Por ter sido tema principal de uma das intervenções realizadas nesta pesquisa, e estar relacionado a saúde, enfatizaremos um pouco mais o elemento químico cálcio. A principal fonte de cálcio é o leite de vaca ou seus derivados, e por meio destes alimentos podemos alcançar as recomendações diárias por faixa etária de ingestão, conforme apresentado no Tabela 2, especialmente, na infância, adolescência e gestação, períodos com maior necessidade de absorção deste elemento químico, a fim de garantir uma boa formação óssea, não comprometendo-a (SHILS; MOSH, 2002 apud ALMEIDA, MELO e GARGIA, 2011).

Todavia, o leite não é o único alimento rico em cálcio, há muitas outras fontes que podem suprir a não ingestão deste alimento, conforme apresentados na Tabela 3, para porções de 100 g:

Tabela 2: Recomendação nutricional para cálcio

Faixa etária	AI* (mg/dia)
<i>Infância</i>	
0 a 6 meses	210
7 a 12 meses	270
<i>Crianças</i>	
1 a 3 anos	500
4 a 8 anos	800
<i>Adolescentes</i>	
9 a 18 anos	1.300
<i>Adultos</i>	
19 a 50 anos	1.000
51 a >70 anos	1.200
<i>Gestação</i>	
≤ 18 anos	1.300
19 a 50 anos	1.000

*AI = consumo adequado.

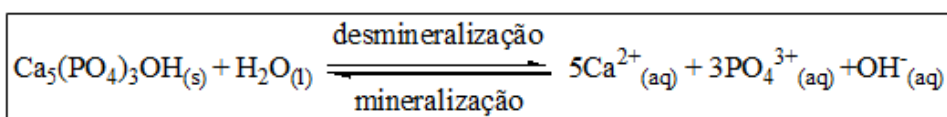
Tabela 3: Fontes alimentares ricas em cálcio⁷ em ordem decrescente.

Alimento	Cálcio (mg)
Leite desnatado UHT	1363
Queijo parmesão	992
Gergelim	821
Sardinha, conserva em óleo	550
Soja	206
Pão, glúten, forma	156
Leite integral	123
Aveia, flocos, crua	48

⁷ Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO 4ª edição revisada e ampliada - 2011

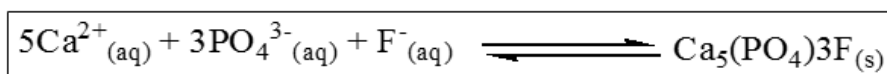
Este elemento, no entanto, também faz parte da composição química de um mineral, o qual encontra-se presente nos dentes, denominado apatita, cuja fórmula química é $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})]$. Este mineral pode ocorrer de três maneiras, de acordo com a presença de íons como: OH^- , F^- e Cl^- , denominando-se, respectivamente, hidroxiapatita, fluorapatita e cloroapatita, sendo as duas primeiras de grande destaque para a saúde bucal. (PEIXOTO, 2004).

A hidroxiapatita está presente no esmalte dos dentes e, em uma boca saudável, ocorrem constantemente as reações de mineralização e desmineralização do esmalte dental, estabelecendo um equilíbrio, conforme apresentado no Esquema 10 (STORGATTO, BRAIBANTE e DURAND, 2014).



Esquema 10: Reação de equilíbrio da mineralização e desmineralização do esmalte

Ao realizarmos a limpeza bucal necessária à saúde com dentifrícios, íons F^- ficam presente em toda a boca, estabelecendo um segundo equilíbrio, conforme mostra o Esquema 11.



Esquema 11: Reação de equilíbrio da mineralização e desmineralização do esmalte ocasionado pelos íons F^- .

No entanto, quando ingerimos altas quantidades de alimentos ou bebidas ácidas, o processo de remineralização é afetado, ocasionando na erosão dental, devido à perda do tecido mineralizado presente nos dentes, em consequência a ação dos ácidos (BARATIERI et al., 2001).

2.6 Os minerais e o meio ambiente

Os minerais são de extrema importância para toda a sociedade, não apenas na ingestão de alimentos, os quais muitos são essenciais à saúde. Mas também são fonte de riqueza de muitas cidades, por ser um recurso que gera muitos empregos, através da mineração.

A mineração, significa a ação ou efeito de minerar, ou seja, de explorar minas e retirar minérios, sendo esta a principal atividade provedora de matérias-primas para a humanidade (MORAIS, AUBUQUERQUE e LADEIRA, 2014). Nesse sentido, de acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) somente no ano de 2014, a produção mineral do Brasil foi de 43 US\$ bilhões⁸.

Mas qual a relação da Química com a mineração? Segundo Moraes, Albuquerque e Ladeira (2014), além dos processos físicos, diversos processos químicos estão presentes no decorrer da extração mineral, destacando-se:

No beneficiamento químico ou processamento hidrometalúrgico, as técnicas mais comumente empregadas são: lixiviação, extração por solventes (extração líquido-líquido), troca iônica e precipitação química. A lixiviação corresponde à transferência do metal de interesse do estado sólido para uma fase líquida. As técnicas de extração por solventes, troca iônica e precipitação podem ser utilizadas tanto para a purificação do licor quanto para a concentração e a obtenção de um determinado metal em elevada pureza. O metal em solução na forma pura pode ser encaminhado para um processo eletrolítico para a obtenção do metal na forma sólida ou então precipitado na forma do composto químico de interesse. (MORAIS, AUBUQUERQUE e LADEIRA, 2014, p. 9).

Através de técnicas realizadas durante extrações minerais, diversas emissões aquosas, sólidas e gasosas são geradas, ocasionando em grandes impactos ao meio ambiente se não evitado ou cuidado. Exemplos de emissões geradas pela indústria mineral são: águas que entram em contato com os minérios durante a moagem ou nos reatores; rejeitos minerais sem interesse econômico; gases como dióxido de carbono ou de enxofre, ambos produzidos na queima de carbonatos e sulfetos (CASSIANO e ECHEVERRÍA, 2014).

Todavia, alguns cuidados referentes ao descarte destas emissões já foram tomados pela legislação ambiental, visando garantir que resíduos gerados nos processos industriais minerais, ao serem depositados em barragens de rejeitos, estejam em uma forma química e física estável, a fim de não ocasionar riscos graves à saúde humana e ao meio ambiente.

⁸ <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004429.pdf>

A mineração causa vários impactos na composição química e biodiversidade do solo e do ambiente aquático, e conseqüentemente, aos seres vivos, como plantas, animais e ao homem. Porém, a correta gestão ambiental deve atuar, buscando a prevenção e a minimização desses impactos, como por exemplo, através de processos químicos e biológicos, que visam remover metais e resíduos tóxicos do ambiente (CIMINELLI et al., 2014).

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A pesquisa apresentada nesta dissertação caracteriza-se por apresentar uma abordagem predominantemente qualitativa. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), este tipo de pesquisa não está vinculada com representações numéricas, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo, buscando os porquês das coisas acontecerem e atentando com aspectos da realidade em que estão situados.

Moraes (2003) afirma que este tipo de pesquisa visa promover um maior detalhamento das compreensões dos fenômenos investigados, por meio de uma análise rigorosa e criteriosa. Segundo Gil (2002), a mesma tende a reduzir os dados coletados por categorias, e para isso, alguns fatores são importantes, tais como: a natureza dos dados; a extensão da amostra; os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que norteiam a investigação.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória e explicativa. Exploratória por buscar proporcionar maior familiaridade com o problema, além de possibilitar a construção de hipóteses. E explicativa por preocupar-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de determinados fenômenos, evidenciando os porquês que tais coisas acontecerem (GIL, 2002).

Nesta perspectiva, buscamos, primeiramente, investigar as concepções dos estudantes do ensino médio a respeito dos objetivos das atividades práticas/experimentais nas aulas de Química. Posteriormente, buscou-se averiguar as contribuições através da temática “minerais” no processo de aprendizagem, por meio de diferentes metodologias didáticas, utilizando como recurso principal, as atividades práticas.

3.1 Contexto da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada em um Colégio técnico da cidade de Santa Maria – RS/ Brasil. Atualmente a escola conta com 78 professores e 199 estudantes do Ensino Médio

Integrado, distribuídos em cursos técnicos como: Eletrotécnica, Mecânica, Eletromecânica e Informática para Internet.

Em virtude da revolução tecnológica, as práticas educativas desenvolvidas pelo colégio têm como princípio, preparar seus estudantes para o mercado de trabalho através de cursos técnicos, e não para o vestibular. As disciplinas oferecidas pelo colégio possuem uma estrutura e organização diferenciada para o ensino médio, é integrado e a disciplina de Química é ofertada apenas para o 1º e 3º ano, visto que, outras disciplinas do curso técnico compõem a matriz curricular.

A estrutura física do colégio é muito boa e organizada, disponibilizando aos estudantes biblioteca, salas de aula equipadas com multimídia, além de 11 laboratórios, como: informática; ajustagem; química; solda; máquinas e ferramentas; análise e proteção de circuitos elétricos; sistemas hidráulicos e pneumáticos; instalações de máquinas; eletrônica; fundição; automação; e instalações elétricas.

Quanto ao laboratório de Química, possui boa estrutura física, contendo desde vidrarias e equipamentos simples, até alguns mais sofisticados como: balança digital, aquecedor, balão de fundo chato/ redondo e volumétrico, deionizador, entre outros. Este ambiente conta ainda com uma laboratorista, a qual ajuda na elaboração, organização e realização das atividades práticas.

A professora regente da turma possui formação em Química-Licenciatura plena pela Universidade Federal de Santa Maria. Suas aulas são bem organizadas e elaboradas, além de serem divididas em teóricas e experimentais, possibilitando aos estudantes acesso semanais às aulas práticas.

As Intervenções feitas neste trabalho foram realizadas em duas partes. A primeira, foi direcionada aos objetivos das atividades práticas, e contou com a participação dos 1º e 3º anos do Ensino Médio. A segunda, foi desenvolvida de abril a outubro do ano letivo de 2104, destinou-se a investigar a aprendizagem a partir de diferentes metodologias abordando a temática “minerais”, e contou com a participação de sujeitos do 1º ano do Ensino Médio Integrado ao curso de eletrotécnica, conforme podemos observar melhor através do Quadro 11.

Dentre os participantes da segunda parte da pesquisa, 13 (42%) eram do gênero masculino e 18 (58%) do gênero feminino.

Partes da Pesquisa	Objetivo	Sujeitos participantes
1	Investigar os objetivos das atividades práticas/experimentais	103
2	Investigar a aprendizagem a partir de diferentes metodologias	31

Quadro 11: Sujeitos participantes das duas partes da pesquisa

3.2 Instrumentos para coleta dos dados

Segundo Filho e Gamboa (2000), a coleta de dados é a parte da pesquisa que qualifica os instrumentos necessários para a elaboração do conhecimento. Assim, conforme Lüdke e André (1986), em uma pesquisa, é pertinente promover um confronto entre os dados obtidos, as evidências, as informações coletadas e o conhecimento teórico, ajudando, desta forma, na construção do conhecimento.

Esta pesquisa iniciou-se em abril de 2014, estendendo-se a outubro do mesmo ano. Esse período de convivência e trabalho realizado com a turma, possibilitou um olhar mais aguçado em relação a cada estudante, porém, as observações foram realizadas de forma indireta, a fim de não intervir nos dados obtidos, sendo esta uma das características fundamentais da pesquisa qualitativa.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados neste trabalho, foram: questionários investigativos com perguntas objetivas e abertas, produções textuais, elaboração de mapas, além da observação e anotações por parte da pesquisadora, que, de acordo com Marconi e Lakatos (2003) e Gil (2002), estes são instrumentos que permitem analisar os dados obtidos em pesquisas.

Um questionário, de acordo com Gil (2002), é um conjunto de questões respondidas pelo pesquisado. Este tipo de instrumento foi utilizado praticamente em todas as intervenções, visando a obtenção de indicadores que possibilitassem analisar as concepções dos estudantes sobre os assuntos referentes à experimentação e à temática “A Química dos minerais”.

Outra modalidade utilizada foi a elaboração de textos que, segundo Bogdan e Biklen (1994), são documentos individuais que possibilitam aos sujeitos exporem suas opiniões. Nesse sentido, solicitou-se aos estudantes para descreverem sobre os assuntos que foram

abordados, com o intuito de averiguarmos, criteriosamente, as opiniões e entendimentos por parte dos sujeitos. Já as observações e anotações da pesquisadora permitiram averiguar mais de perto o comportamento, concepções e dificuldades dos estudantes, conforme descreveremos a seguir.

3.3 Análise dos resultados

No decorrer das intervenções, diferentes instrumentos foram utilizados, conforme apresentados anteriormente. Para tanto, os dados obtidos por meio destes serão analisados a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), que segundo Moraes e Galiuzzi (2006), é uma abordagem de análise de dados que transita entre a análise de conteúdo e a análise de discurso, ambas bastante utilizadas na pesquisa qualitativa.

Para Moraes (2003), três etapas devem ser seguidas na ATD: desconstrução, comunicação e emergência. A primeira inicia-se com a construção textual dos sujeitos, para então ser desconstruída pelo pesquisador em unidades de significados. Na segunda, as relações são estabelecidas por categorizações, de acordo com as unidades formadas na primeira etapa. Quanto a última etapa, uma nova compreensão e interpretação das categorias é desenvolvida, permitindo uma nova interpretação dos fenômenos investigados.

Nesta perspectiva, os dados serão analisados a partir da construção de categorias, com o intuito de investigar as concepções dos estudantes sobre os objetivos das aulas práticas/experimentais no ensino de Química, além de buscar avaliar as intervenções que serão apresentadas através da temática “*minerais*”, bem como os indícios de aprendizagem dos sujeitos participantes desta pesquisa, os quais serão analisados e discutidos no decorrer das apresentações das intervenções.

Além disso, também serão apresentados no decorrer das análises alguns gráficos, para uma melhor visualização das categorias formadas, a fim de mostrar a grandeza dos dados obtidos, numericamente.

3.4 Desenvolvimentos das intervenções

A primeira parte desta pesquisa foi elaborada com o propósito de investigarmos as concepções dos estudantes do ensino médio em relação as aulas práticas realizadas na disciplina de Química. As demais intervenções foram desenvolvidas a fim de relacionar os minerais com a Química, para direcioná-los a formular hipóteses, investigar e resolver problemas.

O Quadro 12 mostra as intervenções que foram realizadas no decorrer da aplicação desta pesquisa, bem como as etapas, atividades desenvolvidas, e o tempo de realização de cada intervenção.

O tempo utilizados para cada uma das intervenções realizadas foi baseado nos períodos da disciplina de Química, correspondendo a 1 hora/aula. O horário disponibilizado pela professora regente da turma foi às terças-feiras, das 7:30 às 8:30, período que era destinado às aulas experimentais semanais da turma.

Etapas da pesquisa	Intervenção	Atividades realizadas	Duração
Investigando os objetivos das atividades práticas/experimentais.	1	- Questionário;	3 horas/aula
Apresentação da temática “minerais”	2	- Questionário inicial; - Relação dos minerais com a Química e com o cotidiano.	2 horas/aula
Investigando as propriedades dos minerais	3	- Atividade investigativa; - Elaboração textual; - Preenchimento de um livreto com os resultados dos estudantes.	5 horas/aula
Oficina temática “A saúde bucal os minerais”	4	- Questionário inicial; - Relação dos minerais com a saúde bucal; - Atividade investigativa; - Preenchimento de uma planilha com os resultados dos estudantes; - Questionário final.	4 horas/aula
Oficina temática	5	- Questionário inicial;	3

“Como os minerais são formados?”		<ul style="list-style-type: none"> - Relação da formação dos minerais com a reciclagem; - Atividade investigativa; - Preenchimento da técnica experimental com os resultados dos estudantes; - Questionário final. 	horas/aula
Estudo de casos/ Viagem as Minas do Camaquã - Interdisciplinar Geografia/Química	6	<ul style="list-style-type: none"> - Os minerais e o meio ambiente; - A mineração no Rio Grande do Sul; - O cobre e a Mineração nas Minas do Camaquã; - Pesquisa em livros, artigos, mapas e atlas; - Conhecendo as Minas do Camaquã; - Construção de um mural da viagem 	12 horas/aula
Encerramento	7	- Avaliação do desenvolvimento do projeto.	1 hora/aula

Quadro 12: Etapas de desenvolvimento da pesquisa

3.4.1 Investigando os objetivos das atividades práticas/experimentais

A primeira parte desta pesquisa buscou-se investigar as concepções dos estudantes do ensino médio sobre os objetivos das atividades práticas/experimentais nas aulas de Química. A principal fundamentação teórica para a realização desta primeira intervenção baseou-se no trabalho intitulado “*Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio*” proposto por Galiazzi et al. (2001).

Para a obtenção dos dados, um questionário foi elaborado e aplicado no início do ano letivo (Apêndice 1), com a intenção de conhecer o perfil e a opinião dos estudantes sobre a

forma que as atividades práticas/experimentais são trabalhadas em sala de aula, principalmente em relação a disciplina de Química. Ao todo, 103 sujeitos dos cursos técnicos de mecânica e eletrotécnica integrados ao Ensino Médio do colégio participaram desta pesquisa.

3.4.2 Apresentação da temática “minerais”

A partir da Intervenção 2, a temática “minerais” começou a ser trabalhada, enfoque principal desta pesquisa. Nosso público foi reduzido, passando a ser 31 sujeitos, todos estudante do 1º ano do ensino médio. Esta diminuição em relação ao número de sujeitos ocorreu porque tínhamos por objetivo trabalhar os conteúdos contemplados pelo 1º ano.

Inicialmente, os alunos responderam a um questionário inicial (Apêndice 2), a fim de obtermos os conhecimentos prévios dos mesmos a respeito dos minerais. Posteriormente, fez-se uma introdução sobre a presença dos minerais no cotidiano, bem como a relação destes com os conteúdos de Química, a fim de apresentá-los à temática que seria desenvolvida no decorrer do ano letivo de 2014. A mesma foi realizada durante 2 hora/aula e os conteúdos abordados estão presentes no Quadro 13.

Tempo de aula	Conteúdos
2 hora/aula	<ul style="list-style-type: none"> - História dos minerais; - Importância econômica, para a saúde e meio ambiente; - Definição de mineral; <ul style="list-style-type: none"> - Substância natural, inorgânica, sólida, cristalina, substâncias simples e compostas - Átomos e Ligações Química; <ul style="list-style-type: none"> - Ligação Iônica, Covalente, metálica e Interações de Van der Walls; - Os minerais e a relação com a Química; - Propriedades dos minerais;

	<ul style="list-style-type: none"> - Hábito cristalino, transparência, brilho, cor, traço, dureza, densidade; - Grupos dos minerais, como: carbonatos, silicatos, entre outros.
--	---

Quadro 13: Conteúdos desenvolvidos na intervenção 2

3.4.3 Investigando as propriedades dos minerais

O ensino experimental no Ensino Médio muitas vezes fica restrito a meras repetições de técnicas, onde os alunos seguem uma sequência de passos. Nesta perspectiva, buscamos desenvolver uma atividade que permitisse ao estudante ser o centro do processo, além da interação entre colegas, professores e materiais disponibilizados.

Segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), uma possibilidade para se trabalhar esta relação, se dá por meio de atividades práticas investigativas, onde o aluno é o sujeito ativo no processo, pois permite envolver os conceitos científicos com a atividade realizada. Além disso, ajuda no desenvolvimento da autonomia e da comunicação.

Logo, quando uma atividade investigativa é desenvolvida, os alunos são chamados a serem pequenos pesquisadores, utilizando, simultaneamente, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, pois as habilidades investigativas, manipulativas e comunicativas serão exercitadas.

As principais características das atividades de natureza investigativa, segundo Spronken-Smith et al. (2007), são: aprendizagem orientada por questões ou problemas, bem como baseada na busca e construção de novos conhecimentos; o professor tem papel de facilitador; alunos são os responsáveis por sua aprendizagem; desenvolvimento de habilidades de autorreflexão; processo ativo de aprendizagem.

Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) colocam que, para que isto ocorra, as aulas práticas devem ser trabalhadas de forma oposta às tradicionais, possibilitando aos estudantes a ficarem frente a frente com situações-problemas reais e contextualizáveis, incluindo os conhecimentos prévios destes, e propiciando a construção do próprio conhecimento. Mas para isto, a situação-problema deve ser de interesse do aluno, sendo esta, uma forma de instigá-lo a

buscar informações, desenvolver hipóteses e discutir resultados, além de elaborar conclusões acerca do problema que lhes foi fornecido.

Como o aluno é o centro da atividade, o professor é o centro do planejamento, pois precisa ficar atento aos objetivos pedagógicos pretendidos, bem como à busca constante de informações, para que possa fornecer informações aos seus estudantes, ou ainda, ajuda-los a buscarem por informações, através de indicações de livros, páginas na internet, artigos, entre outros.

Nesse sentido, como na segunda intervenção os conceitos teóricos já haviam sido trabalhados, a intervenção 3 foi realizada na semana posterior a apresentação, e continuou durante 5 semanas.

Os objetivos principais desta intervenção eram investigar as propriedades dos minerais, mostrando aos estudantes, de forma indireta, alguns dos objetivos de se realizar atividade prática em sala de aula, para que estes passassem a observar que, a mesma não tem como função a comprovação da teoria, motivação ou a mera observação, mas mais que isso, visa a construção do conhecimento de forma criteriosa e profunda.

Inicialmente, foram formados 5 grupos com até 6 alunos cada, os quais receberam um *kit* contendo os seguintes itens:

- 3 amostras de minerais (Quadro 14 e Figura 22);
- Um livreto para pesquisa e anotações (Apêndice 3);
- Uma placa de porcelana branca;
- Uma colher de aço;
- Livros de mineralogia (ficaram disponíveis);
- Moeda de cobre;
- Um laser de luz vermelha.
- Vidros de relógio;
- Balança (para todos os grupos);
- Proveta;
- Béquer;

<i>Kits</i>	Minerais
1	1A: Quartzo verde 1B: gipso 1C: quartzo preto
2	2A: Serpentina 2B: Mica roxa 2C: quartzo rosa
3	3A: quartzo rosa 3B: feldspato 3C: gipso
4	4A: Serpentina 4B: Pirita 4C: Quartzo preto
5	5A: Quartzo verde 5B: Serpentina 5C: Hematita

Quadro 14: Os minerais presentes em cada *kit*

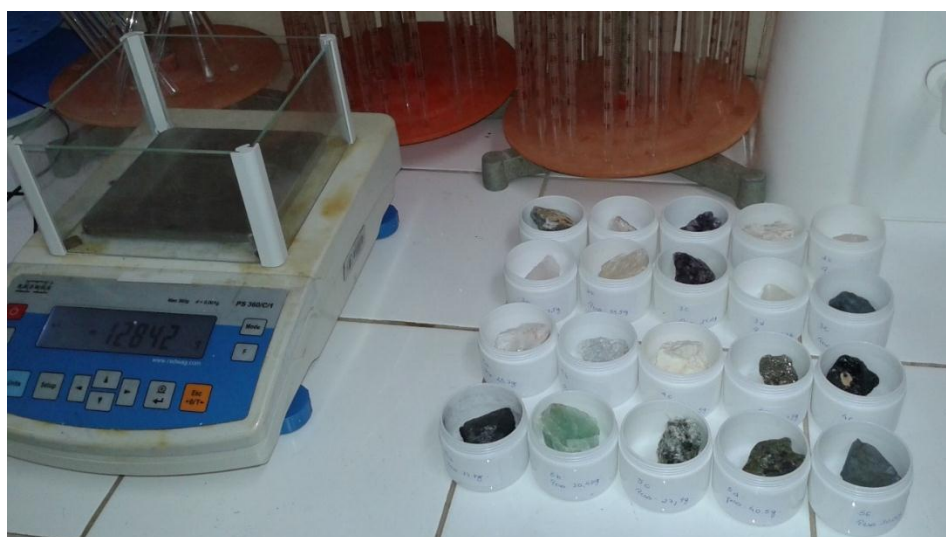


Figura 22: Minerais utilizados nas atividades

Antes da entrega dos *kits*, os alunos receberam um problema a ser resolvido, no qual, deveriam descobrir quais os minerais estavam presentes em cada um dos *kits*, e para isso, precisavam ser os pesquisadores da atividade, com total liberdade para a realização.

O livreto que foi disponibilizado a cada grupo, tinha como função ser uma fonte de pesquisa para a realização da intervenção, além de ter um espaço para fazer anotações e quadros para preenchimento dos dados obtidos e elaboração das explicações acerca dos testes das propriedades dos minerais (Figura 23).

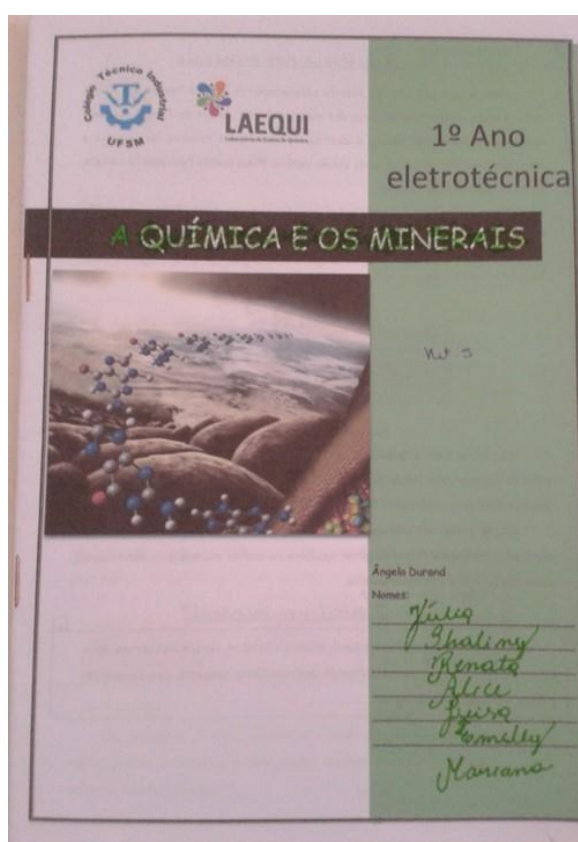


Figura 23: Livreto disponível aos estudantes

Na quarta semana da realização da atividade, após encerrado todos os procedimentos práticos, os estudantes foram encaminhados à Exposição de minerais, localizada no departamento de geociências da Universidade Federal de Santa Maria, juntamente com professora de geografia regente da turma.

A visita a este espaço tinha por objetivo, possibilitar aos estudantes a comparação dos seus resultados com os dados disponíveis na Exposição, bem como promover a discussão dos

dados, levando-os a descobrirem seus erros e acertos. Já na última semana, os grupos apresentaram suas conclusões para os demais colegas, através de uma discussão entre eles e a pesquisadora, e por fim, desenvolveram um texto para contarem um pouco o que haviam realizado durante as 5 semanas, suas dificuldades e opiniões sobre as atividades.

3.4.4 Oficina temática “A saúde bucal e os minerais”

Uma proposta metodológica para o Ensino de Química, a qual vem sendo bastante utilizada nos últimos anos é a Oficina Temática. De acordo com Marcondes (2006), para que esta metodologia seja possível, deve-se ter um tema gerador, permitindo então a realização de atividades experimentais por meio de uma situação-problemas, a fim de promover a contextualização dos conceitos científicos em diferentes contextos, bem como, facilitar a interação entre as ideias prévias dos estudantes e conhecimento por eles adquirido.

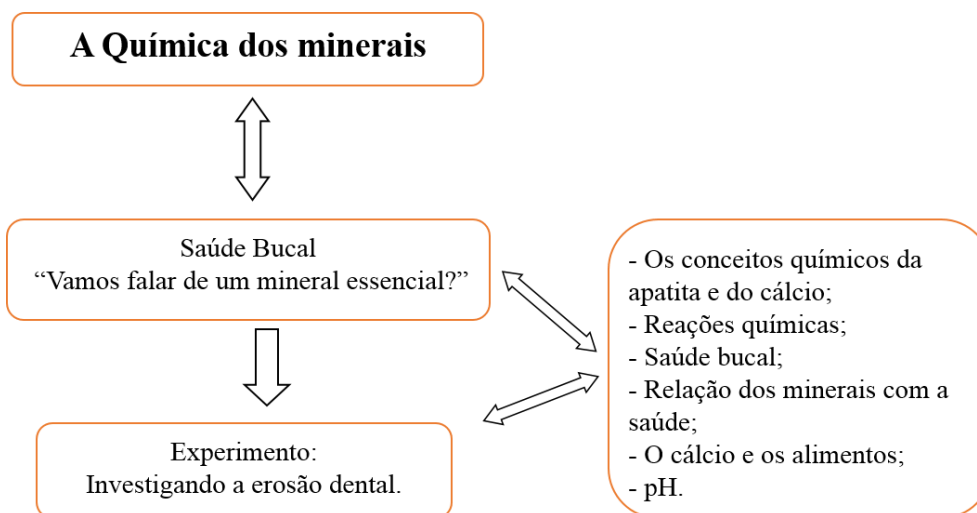
Elaborar e desenvolver uma oficina temática, significa oportunizar os estudantes a buscarem soluções para o problema que lhes foi fornecido, o qual requer competências, trabalho em equipe, ação e reflexão (Marcondes, 2008). Para a autora, as características pedagógicas que regem uma oficina temática, são:

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

Nesse contexto, segundo Pazinato (2012), o desenvolvimento desta metodologia pedagógica envolve as seguintes escolhas: do tema, dos experimentos e dos conceitos químicos que serão realizados e trabalhados.

Logo, para a realização da 4ª intervenção, primeiramente escolhemos a “saúde bucal” como tema e, posteriormente o experimento que seria realizado, o qual fundamentou-se na investigação da erosão dental através da ingestão de diferentes bebidas, e por último a escolha

dos conteúdos a serem desenvolvidos. O Esquema 12 mostra de forma simples, as três escolhas necessárias para o desenvolvimento desta atividade.



Esquema 12: Escolhas realizadas para a realização desta oficina

Para que uma oficina temática seja realizada, a mesma deve ser estruturada de acordo com os três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), os quais constam a seguir, seguido de suas referidas explicações:

1) Problematização inicial:

Durante a realização de uma oficina, primeiramente deve acontecer a problematização, sendo este o momento propício para a apresentação de questões problematizadoras reais, com o propósito de instigar os alunos, permitindo ao pesquisador averiguar suas concepções prévias e ideias.

É neste momento que deve acontecer a relação entre o problema que lhes foi fornecido com os conteúdos que serão trabalhados no decorrer do segundo momento pedagógico, fazendo-os sentirem necessidade de conhecerem um pouco mais da proposta que será desenvolvida (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002).

2) Organização do conhecimento:

É neste momento que os conceitos científicos necessários para a realização e resolução do problema devem ser apresentados pelo professor, possibilitando aos estudantes a compreensão dos temas e da problematização inicial (MUECHEN e DELIZOICOV, 2012).

3) Aplicação do conhecimento:

Momento destinado a abordagem do conhecimento adquirido pelo aluno, a fim de analisar e interpretar o problema inicial que determinou o conhecimento adquirido, bem como a utilizá-los no decorrer do dia a dia, ou seja, é o momento que possibilita ao aluno relacionar o que aprendeu com acontecimentos do seu cotidiano (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009; MUECHEN e DELIZOICOV, 2012).

Desta forma, a quarta intervenção foi realizada durante 3 horas/aula, e contou com a participação de uma colega do Grupo LAEQUI, Greyce Arrua Storgatto, a qual desenvolve sua pesquisa com a temática “Saúde Bucal”. A presente atividade tinha como objetivo, trabalhar a relação dos minerais com a saúde bucal, a fim de que os estudantes compreendessem como a erosão dental ocorre por meio da ingestão de alimentos e bebidas ácidas. A mesma foi realizada durante duas etapas (3 h/aula).

1º Momento Pedagógico – Problematização Inicial

Na primeira etapa desta oficina, inicialmente, aplicamos um questionário investigativo contendo 3 questões diretas e 3 objetivas (Apêndice 4), com o objetivo de fazer um levantamento sobre as concepções prévias dos estudantes. Em seguida, foram colocadas em discussão alguns questionamentos orais, como:

- Onde os minerais encontram-se no nosso corpo humano?
- Qual a relação dos minerais com a saúde? E com a saúde bucal?

Através destas perguntas, os alunos foram estimulados a discutirem entre os colegas e as pesquisadoras sobre o tema em questão. Para finalizar esta primeira etapa, mostramos aos alunos o primeiro slide da apresentação através de um projetor multimídia, a fim de deixá-los curiosos (Figura 24).



Figura 24: Primeiro slide da apresentação da oficina temática

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

Após a apresentação do slide inicial, os seguintes conteúdos de Química, bem como sua relação com os minerais e a saúde bucal foram explorados:

- Minerais;
- A relação dos minerais com o cotidiano e com a saúde;
- O elemento químico Cálcio;
- O cálcio e os alimentos;
- A apatita;
- Estrutura dos dentes;
- Cárie;
- Erosão dental;
- pH e a saúde bucal
- As reações de mineralização e desmineralização.

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

Para aplicação do conhecimento, propomos uma atividade experimental investigativa, a fim de melhorar a aprendizagem e intensificar a participação dos alunos. Esta contou com a participação de 28 estudantes. Para a realização deste momento, os alunos foram divididos em 5 grupos. Cada grupo recebeu um *kit* contendo:

- 1 dente humano;
- Suporte com 1 tubo de ensaio;
- 1 par de luva
- 1 bebida (refrigerantes sabor cola, laranja e Sprite, suco de uva, água, vinho tinto, suco de pêssigo);
- Negro de eriocromo;
- Fita de pH;
- Planilha de anotações;

No início da parte experimental, os alunos averiguaram o pH das bebidas, e posteriormente imergiram um dente em cada bebida, a fim de investigarem o que aconteceria com o dente e as possíveis mudanças.

Na segunda etapa, os alunos foram ao laboratório de Química e novamente analisaram os dentes. Os alunos receberam um questionário final (Apêndice 5), bem como artigos para fundamentação das respostas. A Figura 25 mostra a realização da atividade experimental, e a Figura 26 os dentes utilizados na investigação.



Figura 25: Realização da Intervenção 4

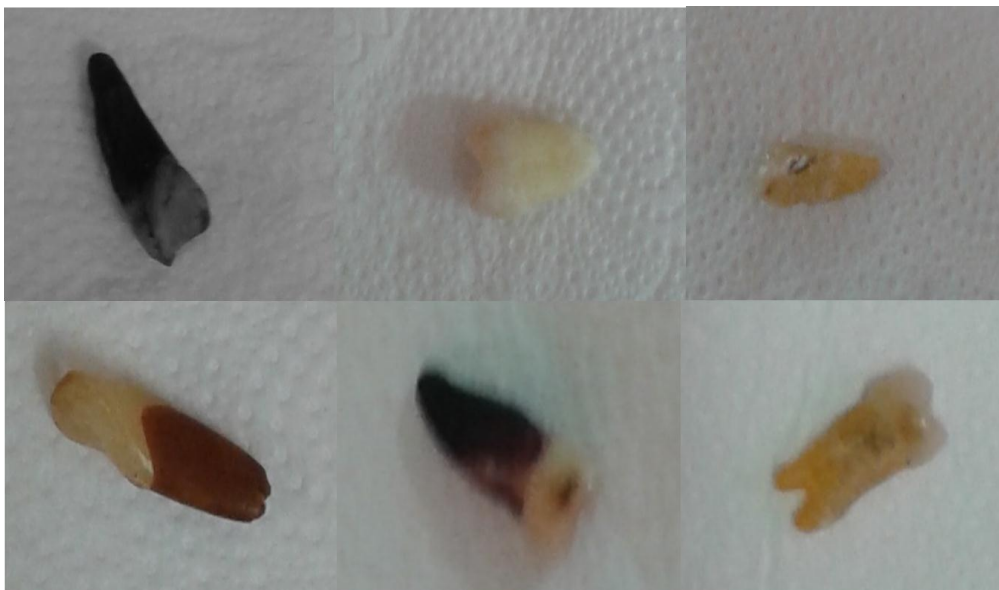


Figura 26: Dentes utilizados na Intervenção 4

3.4.5 Oficina temática “Como os minerais são formados?”

Assim como na intervenção anterior, esta proposta também segue a metodologia de uma oficina temática. Neste contexto, a atividade foi realizada durante 4 horas/aula, sendo dividida em duas etapas.

A mesma tinha por objetivo trabalhar com os estudantes a formação dos minerais na crosta terrestre, através de uma analogia utilizando o procedimento experimental da reciclagem do alumínio, permitindo assim, conscientizá-los sobre a importância deste procedimento para a extração mineral.

1º Momento Pedagógico – Problematização Inicial

A fim de fazermos um levantamento sobre as concepções prévias dos participantes, aplicamos um questionário inicial contendo 3 questões abertas (Apêndice 7). Em seguida, foi colocado em discussão o seguinte questionamento oral: “Vocês sabem como os minerais são formados?. Através desta pergunta, os alunos foram estimulados a discutirem com os demais colegas e a pesquisadora sobre o tema apresentado.

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

Utilizando projetor multimídia, os seguintes conteúdos de Química, bem como sua relação com os minerais e a reciclagem foram abordados:

- Minerais;
- Cristalização;
- O elemento químico alumínio;
- O cálcio e os alimentos;
- Ligações químicas;
- Reciclagem;
- Alumínio e a saúde;
- Reações Químicas;

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

Ainda na primeira etapa de desenvolvimento desta atividade, ao final da introdução teórica, os alunos foram encaminhados ao laboratório de química da escola, dando início a parte experimental investigativa referente a reciclagem do papel alumínio. Para isto, os mesmo foram divididos em 5 grupos e cada grupo recebeu um *kit* contendo:

- Técnica experimental;
- 1,5g de papel alumínio cortado;
- Béqueres de 250 mL;
- Solução de hidróxido de potássio (KOH 1,4 M);
- Chapa de aquecimento;
- Gelo;
- H₂SO₄ 9M/6M/4M/2M (uma molaridade para cada grupo).

Para cada uma das 5 técnicas distribuídas, a concentração do ácido sulfúrico era diferente, pois tínhamos como objetivo, levá-los a uma discussão sobre as causas que acarretaram nos possíveis acertos e erros no decorrer do procedimento. Após a realização dos experimentos os alunos deixaram a solução cristalizando durante toda a semana.

Já na segunda etapa, os alunos foram novamente encaminhados ao laboratório da escola para analisarem os cristais obtidos. Posteriormente houve uma discussão a respeito dos resultados e os alunos responderam ao questionário final (Apêndice 8). A Figura 27 mostra a realização da atividade experimental.



Figura 27: Realização da Intervenção 5

3.4.6 Estudo de casos/Viagem Minas do Camaquã – Interdisciplinar Geografia/Química

Segundo Sá et al. (2007), o método de Estudo de Caso, é uma variante do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o qual visa aproximar os estudantes dos problemas reais, direcionando-os a construir sua própria aprendizagem e desenvolverem diferentes habilidades, como: interpretação e solução de problemas, tomada de decisões, entre outros.

Para Sá e Queiroz (2009), um estudo de caso é definido como:

[...] é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. Esse método consiste na

utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinadas questões (SÁ e QUEIROZ, 2009, P. 12).

Nesse sentido, após a realização das demais intervenções no decorrer desta pesquisa, elaboramos três estudos de casos, juntamente com a professora de geografia, regente da turma e ao final, realizamos uma viagem as Minas do Camaquã, com o intuito de realizarmos uma atividade interdisciplinar. Estas atividades totalizaram 12 horas, sendo 4 horas para a resolução dos casos e 8 horas para a viagem.

A interdisciplinaridade no âmbito escolar, busca superar a visão fragmentada do conhecimento, levando os estudantes a terem uma visão mais ampla do mundo por meio do conhecimento que adquiriram (THIESEIN, 2008). Assim, para Piaget (1979, p. 166 apud THIESEN, 2008, p. 280) a interdisciplinaridade ocorre por meio da associação de disciplinas, em que a cooperação acarreta em um intercâmbio e, conseqüentemente, em enriquecimentos mútuos.

Nesta perspectiva, os três estudos de casos elaborados foram intitulados como: “O lago azul”; “A mineração no Rio Grande do Sul” e “O cobre e o meio ambiente”. Estes, tinham por objetivo fazer os estudantes enxergarem os aspectos ambientais, sociais e econômicos ocasionados pela indústria de mineração.

Para esta atividade, os alunos foram divididos em 5 grupos, e cada grupo deveria escolher um dos 6 envelopes a eles apresentados, pois, cada estudo de caso foi impresso duas vezes. Os estudos de casos entregues, possuíam um formato de carta digitalizada (Figura 28), e cada um possuía enredos diferenciados em formato de estórias, conforme serão apresentados no próximo capítulo, na análise dos resultados.

Posteriormente a entrega dos casos, tanto a pesquisadora, como a professora de geografia explicaram o objetivo das histórias problemas, e para que fossem solucionados, todos os grupos deveriam realizar uma pesquisa bibliográfica por meio dos artigos, livros, atlas, mapas e materiais eletrônicos que foram disponibilizados.

Para a realização dos estudos de caso foram utilizados os períodos das aulas de geografia, disponibilizados pelas professoras, que também esteve presente em todos os momentos, tirando as dúvidas e ajudando a orientar os estudantes. Ao final da aula, os grupos entregaram novamente as cartas com as respectivas respostas. A Figura 29 mostra o decorrer da atividade.

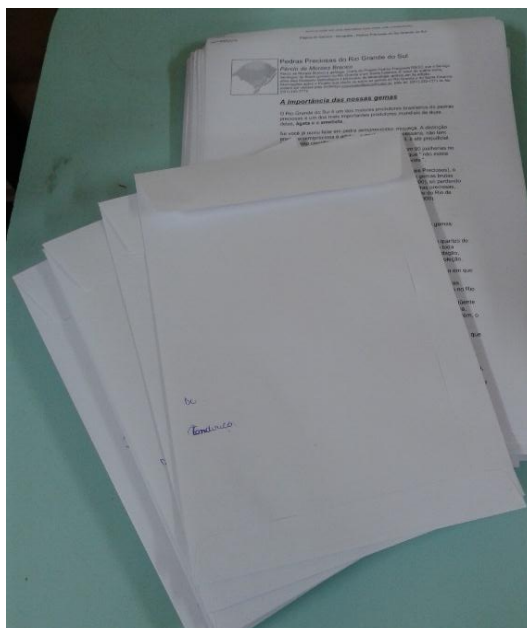


Figura 28: Cartas contendo os estudos de casos e artigos disponibilizados



Figura 29: Realização do estudo de casos

Para finalizar a realização dos estudos de caso, queríamos que os estudantes conhecessem um pouco mais sobre aquilo que pesquisaram durante a realização desta penúltima intervenção, e desta forma uma atividade prática foi realizada.

A mesma trata-se de uma saída de campo, sendo esta, uma estratégia que substitui a sala de aula por outro ambiente, natural ou não, em que haja condições para estudar as relações e interações do homem nesse espaço, por meio da exploração dos aspectos naturais, sociais, históricos, culturais, entre outros (VIVEIRO e DINIZ, 2009).

Esta saída de campo foi realizada na cidade de Caçapava do sul, nas Minas do Camaquã, uma semana depois da realização dos estudos de caso. A mesma deveria acontecer antes da parte teórica, ou seja, da pesquisa realizada pelos estudantes, no entanto, a viagem teve que ser cancelada 3 vezes, devido aos períodos de chuva que sempre aconteciam nas datas previstas.

O objetivo desta viagem foi mostrar aos estudantes o espaço físico de uma mineradora, a história envolvida na mineração do cobre na região central do estado, os processos que utilizavam, e a química do elemento cobre. A viagem contou com a participação de dois guias turísticos para explicarem toda a parte histórica da cidade, bem como a parte da extração mineral.

Ao final, os alunos produziram um painel com as fotos tiradas durante a viagem e fizeram uma exposição no mural da escola.

3.4.8 Encerramento

Após o desenvolvimento das intervenções desta pesquisa, o encerramento aconteceu no decorrer de 1 hora/aula. Neste momento, os sujeitos foram convidados a responderem a um questionário (Apêndice 9), a fim de fazer o último levantamento da pesquisa e avaliar as estratégias que foram realizadas no decorrer do ano letivo, buscando saber também se houve ou não mudança das concepções dos estudantes a respeito dos objetivos de se fazer atividades práticas/experimentais no ensino de química.

A Figura 30 mostra os alunos participantes no último dia das intervenções desta pesquisa.



Figura 30: Atividade no último dia da pesquisa

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentadas a análise e discussão dos resultados obtidos no decorrer das 8 intervenções realizadas em uma turma do 1º ano do ensino médio de um colégio da rede pública da cidade de Santa Maria/RS. A pesquisa foi dividida em duas partes, a primeira é destinada a investigar as concepções dos estudantes de 1^{os} e 3^{os} anos do Ensino Médio sobre o papel da atividade prática/experimental nas aulas de Química, e a segunda, investiga a utilização da temática “minerais” por meio de diferentes metodologias com os alunos do 1º ano.

Nesta perspectiva, para um melhor entendimento dos resultados aqui apresentados, optou-se por categorizá-los seguindo a análise textual discursiva proposta por Moraes (2003). A apresentação e discussão estão organizadas e estruturadas conforme as intervenções descritas no Quadro 12, Cap. 3.

Para preservar a identidade dos participantes, os mesmos serão apresentados por meio da letra maiúscula “A” seguida de numerações de 01 a 103 na primeira parte da pesquisa e de 01 a 31 na segunda parte. É importante salientar que a numeração estabelecida durante a segunda parte da pesquisa foi utilizada pelos mesmos alunos em todas as intervenções.

4.1 Investigando os objetivos das atividades práticas/experimentais

Esta intervenção contou com a participação de 103 sujeitos dos cursos técnicos de mecânica e eletrotécnica integrados ao Ensino Médio. Dentre estes, 63 pertencem ao 1º ano e 40 ao 3º ano. Salienta-se que as turmas de 1º ano realizam semanalmente aulas experimentais, enquanto que para as turmas de 3º ano não há esse tipo de atividade. Todavia, os alunos do último ano do ensino médio precisam desenvolver um seminário, e, para isto, são divididos em grupos para a escolha de um tema, e posteriormente, precisam realizar uma pesquisa sobre o assunto, além de montarem uma atividade experimental.

O questionário (Apêndice 1) foi dividido em duas partes, a primeira com 6 perguntas abertas e 1 objetiva e a segunda com 9 perguntas objetivas. Na primeira parte, as perguntas

tinham como objetivo conhecer o perfil dos estudantes, investigando o interesse dos sujeitos pela disciplina de Química e suas opiniões sobre a realização de atividades práticas em sala de aula. Já em relação à segunda parte do questionário, tínhamos por finalidade conhecer as concepções dos estudantes sobre as atividades práticas/experimentais no ensino de Química.

As respostas obtidas possibilitaram a elaboração e delimitação dos tópicos a serem analisados. No entanto, para cada tópico apresentado, os mesmos foram categorizados, conforme descrito a seguir.

4.1.1 Disciplina(s) preferida(s)

Em virtude do colégio ter um direcionamento à formação técnica, visávamos averiguar o perfil dos estudantes. Para isto, consideramos relevante conhecer as áreas de conhecimento de interesse dos sujeitos. O Gráfico 1 a seguir apresenta as respostas dos estudantes.

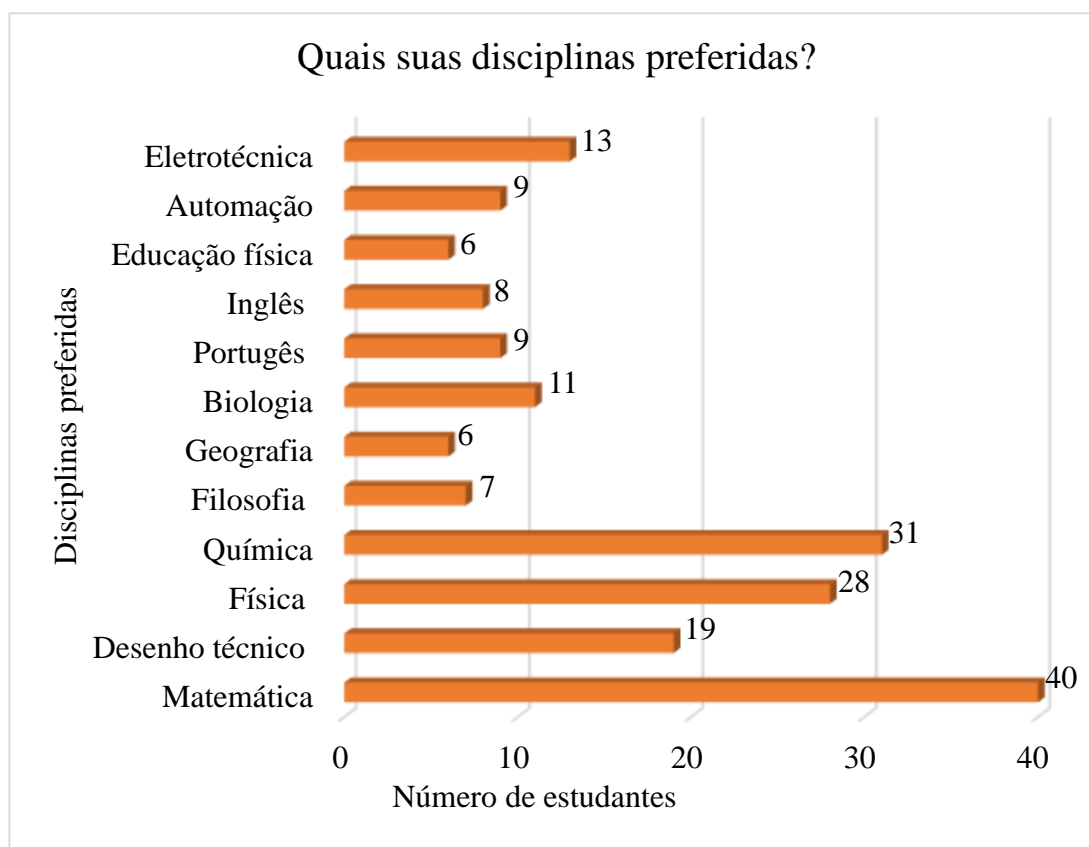


Gráfico 1: Disciplinas preferidas dos estudantes.

Podemos observar que a grande maioria tem preferência por matérias exatas, como Matemática, Física e Química. Alguns alunos também citaram disciplinas direcionadas ao próprio curso técnico, como desenho técnico, automação e eletrotécnica. Outros, porém em menor quantidade, têm interesse por matérias das áreas humanas, sociais e biológicas como português, filosofia, geografia e biologia, conforme podemos averiguar através das falas dos estudantes.

As disciplinas citadas menos de cinco vezes não constam no Gráfico 1. Além disso, é relevante considerar que os estudantes podem ser encontrados em mais de uma categoria. A seguir algumas das falas encontram-se transcritas:

A6: Português, matemática, física e educação física. Português porque gosto de saber escrever o mais correto possível, e matemática para calcular as coisas mais simples e também as mais complexas presentes ao meu redor. Já a física porque busca explicar tudo o que acontece ao meu redor, e por ser uma ciência lógica. E Ed. física porque adoro jogar futebol.

A19: Gosto de química, pelos experimentos, descobertas que ajudam a melhorar nossas vidas. Algo nessa matéria me chama a atenção e me fascina. Gosto também de matemática, talvez por ter certa facilidade.

A23: Tecnologia mecânica e química, porque são disciplinas que estudam o átomo, a composição dos materiais e os possíveis novos materiais, além de ter uma prática bem legal e que facilita o entendimento da teoria.

A37: Química, tecnológica mecânica e manutenção, porque são matérias sobre a composição dos materiais e que aprofundam o meu conhecimento.

A55: Filosofia, sociologia, história, geografia, artes, e literatura. Porque estudam o ser humano, seu intelecto, suas relações sociais, suas contribuições e questionamentos também, bem diferente das exatas.

4.1.2 O gosto pela Química

Quando os estudantes chegam ao ensino médio, a forma como a Ciência é trabalhada é totalmente diferenciada, pois passa a ser vista de maneira fragmentada. A Ciência passa a ser composta por disciplinas, como Química, Física e Biologia, e não mais a união destas, como os alunos estavam acostumados.

No entanto, Santos e Schentzler (2014) afirmam que aprender e entender Química é de fundamental importância, pois sua presença no cotidiano é mais do que suficiente para

justificar a necessidade de o cidadão ser informado sobre ela. Outros estudos, como o de Maldaner e Piedade (1995), mostram que os estudantes não possuem tanto interesse por esta ciência, em razão de um ensino baseado apenas no modelo de transmissão/recepção.

Nesse sentido, surpreendentemente, quando questionados se gostavam da disciplina de Química, 89 alunos (86,4%) responderam gostar. Poderíamos pensar, num primeiro momento, que isto vai contra a realidade da grande maioria das escolas, pois os estudantes não costumam gostar de matérias exatas, como Química, Física e Matemática. Porém, deve-se considerar que o colégio possui um perfil técnico, com professores altamente qualificados, refletindo assim, nos respectivos resultados. Além disso, o colégio não tem como prioridade preparar seus alunos para o vestibular, logo, não necessitam seguir à risca o cronograma deste concurso.

Algumas das falas dos estudantes justificam seus interesses pela disciplina, conforme podemos observar:

A11: não, porque é uma matéria que não chama muito a minha atenção e tenho muita dificuldade.

A24: sim, é interessante como a química explica as coisas mais simples, como por exemplo, como os objetos são feitos e precisamos entender seus conteúdos para o nível técnico.

A25: sim, porque me ajuda a entender mais sobre algum elemento, as ligações químicas que acontecem e dão resistência ou não para os diferentes tipos de materiais que vou utilizar no curso técnico de mecânica e porque é uma matéria muito importante para estudar alguns fenômenos e conhecer as reações no meio em que vivemos.

A43: sim, eu gosto de ver como tudo se encaixa perfeitamente na química.

A92: Sim. É possível identificar a aplicação da matéria no cotidiano.

Deste modo, é possível conhecer um pouco sobre o entendimento que os alunos têm em relação à importância desta disciplina, pois segundo os estudantes **A24**, **A25** e **A92** a Química está intimamente interligada com o cotidiano deles. Já para os estudantes **A43** e **A64**, a experimentação no processo de aprendizagem implica na comprovação da teoria vista em sala de aula, pensamento este, comprovado também em pesquisas realizadas com professores da área, bem como de Ciências, conforme apontam Galiazzi et al (2001) e Rocha e Durand (2013).

4.1.3 As aulas práticas/experimentais

O uso de atividades práticas/experimentais no âmbito escolar é uma estratégia de extrema importância para o ensino de Química, pois permite trazer para uma escala macroscópica muitos conteúdos e conceitos de Química. Procura-se evidenciar a ação do aluno, possibilitando a construção de seu próprio conhecimento, além de melhorar sua aprendizagem.

Nesse sentido, buscamos averiguar a opinião dos sujeitos participantes sobre a utilização de atividades práticas no ensino de Química. As respostas dos estudantes foram analisadas e categorizadas, de acordo com as principais palavras nelas presentes.

Ao todo, oito categorias foram criadas (*a-h*). Porém, em alguns casos, as respostas dos alunos encontram-se em mais de uma, simultaneamente, conforme mostra o Gráfico 2.

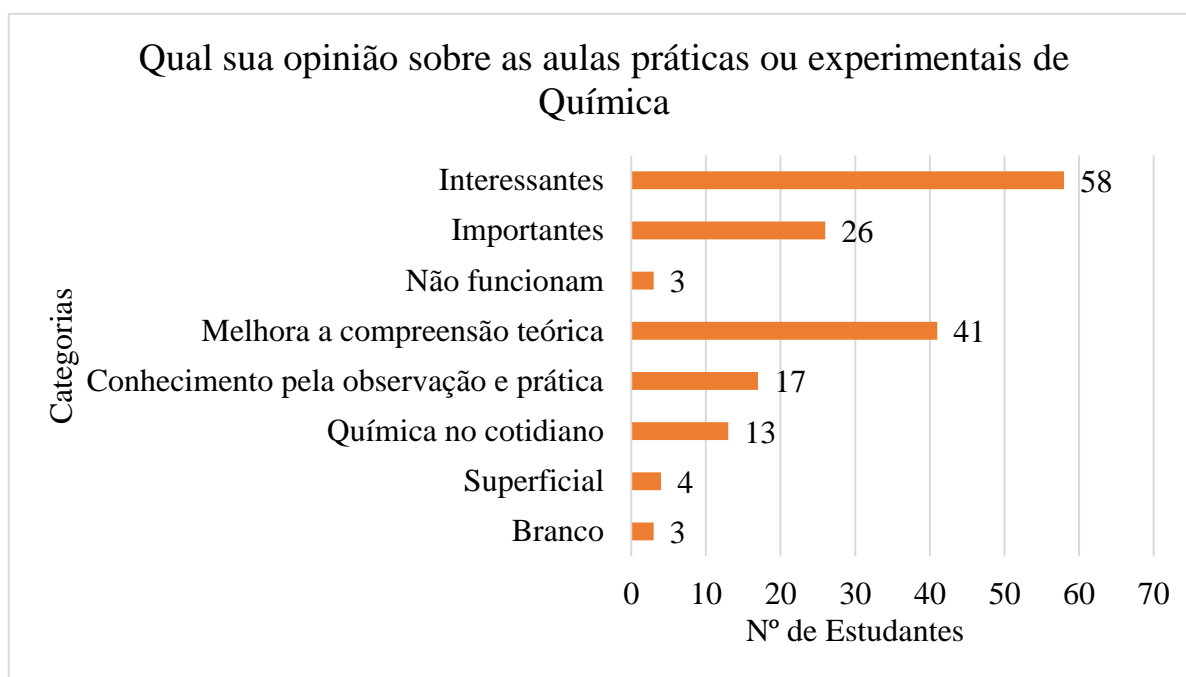


Gráfico 2: Opinião dos estudantes sobre as aulas práticas/experimentais de Química

Em relação à categoria “*superficial*”, somente 4 sujeitos enquadraram-se nesta. Salienta-se que, mesmo pouco citada se comparada às demais, esta categoria não foi

desconsiderada, pois, segundo Gil (1986) a principal dificuldade dos alunos em relação à aquisição do conhecimento baseia-se na metodologia da superficialidade da ciência. Assim, acreditamos que estes alunos possuem um certo grau de discernimento em relação aos objetivos de se realizar aulas experimentais, e por isso, na visão deles, quando uma atividade é proposta apenas para comprovar a teoria ou motivá-los, torna-se sem nenhum valor e significado.

Quanto à categoria “c”, *Química no cotidiano*, dos 103 alunos, apenas 13, todos do último ano do ensino médio, relacionaram as aulas práticas com o cotidiano. Este número é pequeno, visto que, todos os 40 sujeitos do 3^{os} anos já haviam tido contato anteriormente com esse tipo de atividade.

Com base na categoria *conhecimento pela observação e prática*, 17 alunos relataram que a experimentação serve para aprender através da observação aquilo que é visto nas aulas teóricas. Para estes, as aulas práticas vão além da mera observação sem nenhuma relação com a teoria, ou ainda, de aulas com o caráter de apenas comprovar conteúdos teóricos, sendo esta, infelizmente, a concepção de muitos estudantes.

Assim, quando a observação anda na mesma direção que a teoria, diversas habilidades cognitivas e competências são desenvolvidas, como a compreensão de fenômenos, construção de argumentos, entendimento de conceitos abstratos, desenvolvimento do raciocínio, entre outros (PRIMI et al., 2001).

A categoria “e”, à qual é da opinião de 54 sujeitos, leva-nos a refletir sobre uso de atividades experimentais no âmbito escolar, pois mais da metade acredita que as atividades experimentais servem para facilitar a compreensão. Esta visão infelizmente é bastante comum nas aulas de ciências na grande maioria das escolas e acaba empobrecendo a visão dos alunos a respeito do fazer e pensar sobre a experimentação.

Quanto à categoria “f”, somente 3 alunos responderam que a elaboração de experimentos em aula não funciona. Além disso, dentre estes, dois justificaram que estas atividades acabam não funcionando por serem separadas das aulas teóricas e por que nem sempre a teoria vista em aula é trabalhada junto ao experimento.

Na categoria “g”, 26 alunos atribuíram grande relevância para as atividades experimentais. Diante do número total de participantes, esse percentual é considerado baixo. Assim, podemos perceber o quão distante a visão sobre a importância das atividades experimentais está. Apesar disto, mais da metade dos estudantes consideram as aulas práticas/experimentais interessantes, sendo que esta categoria foi organizada em virtude dos

vários adjetivos que os estudantes atribuíram, como “legais, massa, mágica, chama a atenção, divertidos e interessantes”.

A seguir, algumas falas dos estudantes mostram as concepções iniciais que estes possuem, mostrando assim, as categorias que daí emergiram.

Concepções dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio

A14: Muito boas, pois aulas práticas ajudam na evolução do nosso conhecimento e facilitam a compreensão da teoria vista nas aulas.

A25: Muito importante, pois posso ver e observar o que está acontecendo nas reações e de forma mais aprofundada e muitas vezes isso na teoria fica muito abstrato e com a prática fica esclarecido.

A56: Pra mim não funcionam.

A61: São superficiais, por que né... passar a aula toda pipetando água não é nem um pouco interessante

A62: Acredito que ajuda o aluno a aprender e a lembrar aqueles conteúdos que são denominados chatos.

Concepções dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio

A34: Pouco funciona, experimentos sobre coisas do nosso dia e mais aprofundado seriam mais úteis.

A44: Acho importante para concretizar a teoria

A46: Acho muitíssimo superficial. É tudo pronto, não temos muita participação e daí perde a graça.

A89: São essenciais para ilustrar nosso aprendizado teórico.

A93: São interessantes pois ganhamos conhecimento através da observação e prática.

4.1.4 Frequência de realização das atividades práticas/experimentais

A realização de atividades práticas no decorrer do processo de ensino e aprendizagem não deve ser apenas utilizada como um meio de motivar os estudantes. Muito além da

motivação, deve ser parte de grande valia na construção do conhecimento e, além disso, deve estar presente no decorrer do ano letivo constantemente.

Assim, mais do que ter à disposição um laboratório equipado, é preciso que o mesmo seja utilizado pelos professores. Nesse sentido, buscávamos investigar o quão constante eram as aulas práticas no ambiente escolar, até porque a concepção a respeito de um dado assunto só pode ser formulada e demonstrada quando temos experiência sobre aquilo que está sendo investigado.

Dessa maneira, não teríamos respostas que embasassem suficientemente os dados obtidos se os estudantes jamais tivessem realizado aulas práticas. Se assim fosse, eles não teriam um pré-conceito a respeito dos objetivos de se realizar esse tipo de aula na disciplina de Química.

Neste sentido, buscamos averiguar, por meio de uma pergunta objetiva, a frequência com que os alunos haviam realizado atividades práticas/experimentais no decorrer do Ensino Médio. As alternativas apresentadas foram: sempre, às vezes, raramente e nunca. O Gráfico 3 apresenta as respostas dos estudantes.

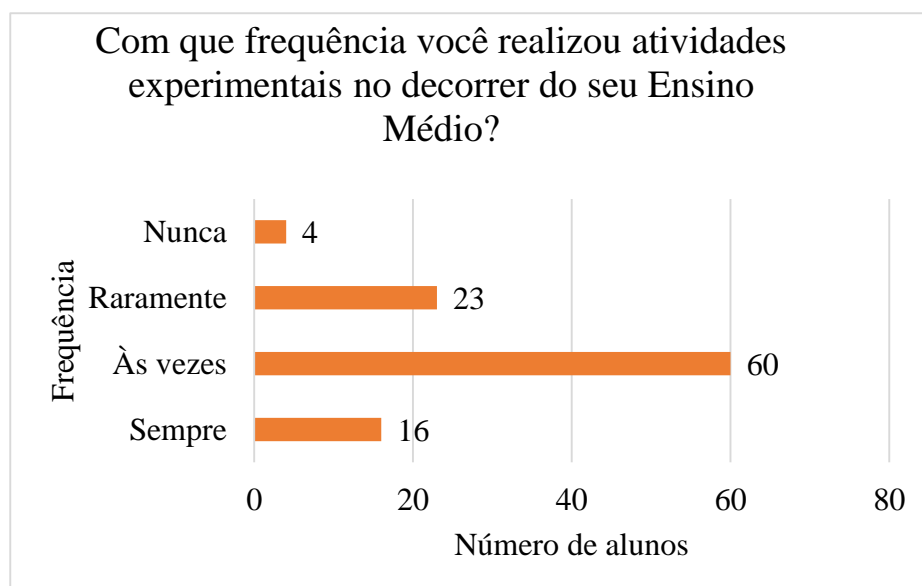


Gráfico 3: Frequência de realização de atividades práticas/experimentais

Quanto às alternativas “às vezes” e “sempre”, foram a opção de 76 alunos. Assim, pode ser observada a frequência de realização de aulas práticas/experimentais que eles têm, o

que retrata uma realidade bastante diferente da grande maioria das escolas públicas, principalmente estaduais.

Em relação à alternativa “nunca”, apenas 4 estudantes a marcaram. Porém, destes, 2 são da turma da eletrotécnica, na qual foi aplicado o restante das atividades. Estes dois alunos compareciam pouco às aulas, fator que levou um deles a desistir do curso técnico, por não conseguiu conciliar seus estudos com o trabalho.

4.1.5 As experiências das aulas práticas/experimentais

A partir dos resultados do item anterior, já sabíamos que os estudantes haviam realizado diversas atividades práticas. Porém, gostaríamos de saber o que mais lhes tinha chamado a atenção, com o objetivo de conhecer um pouco mais a forma de como esta estratégia de ensino era desenvolvida. As respostas foram organizadas no Gráfico 4.

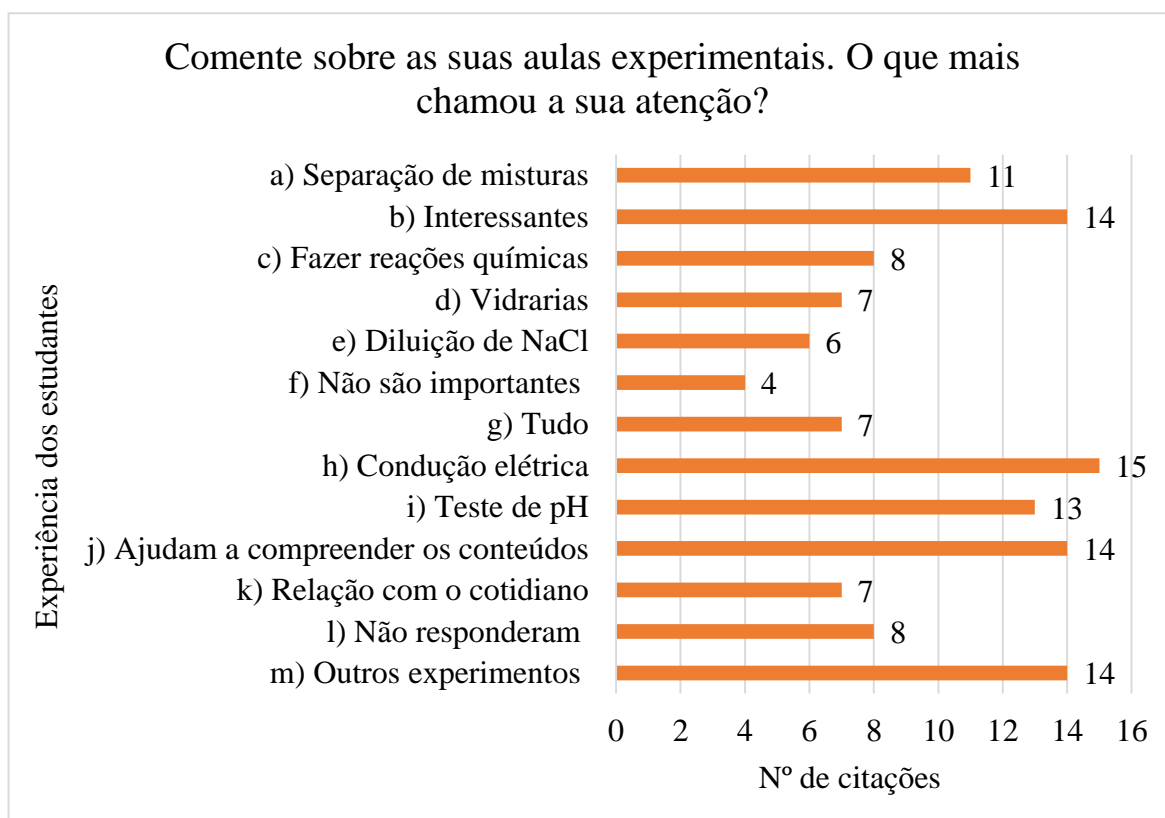


Gráfico 4: Experiência dos estudantes com as atividades práticas/experimentais

Podemos perceber, que os estudantes tiveram bastante contato com as aulas experimentais, pois em alguns casos responderam mais de uma das alternativas. As experiências “*a*”, “*d*”, “*e*” e “*i*” foram citadas apenas pelos estudantes do 1º ano, e as alternativas “*h*”, “*k*” e “*m*” pelos estudantes do 3º ano.

4.1.6 Contribuição das aulas práticas/experimentais para o entendimento dos conteúdos

Para Galiazzi et al. (2001), é consenso entre os professores de Ciências em geral que o uso da experimentação é uma atividade fundamental no ensino, pois é um grande aliado da aprendizagem. Ao serem questionados se as aulas práticas/experimentais contribuía para a compreensão dos conteúdos vistos em sala de aula, praticamente todos os estudantes responderam sim (98), 4 responderam que dependia da situação, sendo estes os mesmos que haviam respondido que esse tipo de aula era superficial (3.1.1.3), e apenas 1 respondeu não contribuir para nada, conforme podemos observar através das falas dos estudantes a seguir:

A18 Sim, pois nas aulas práticas vemos a aplicabilidade das aulas teóricas.

A36 Sim, não consigo imaginar o pH de algo sem as cores ou o teste de chama apenas nas ilustrações dos livros.

A41 Sim, e é bom porque coloca a prova o nosso conhecimento, se prestamos atenção nas aulas teóricas ou não, e vemos se o que foi visto é verdade ou não.

A54 Sim, porque não vai ficar apenas na imaginação, e sim vamos poder ver e efetuar o experimento.

A61 Depende, pois se tivéssemos tempo para pensar mais sobre o que fazemos, acho que sim, mas como é rápido demais acabam não sendo muito úteis.

A70 Sim, pois é como se fosse uma segunda explicação

A72 Sim, It's Science man!!! Science sem experimento é Science??

A102: Não. Só ajuda a ter uma visão mais ampla do assunto, mas não ajuda entender melhor.

A partir destas falas, vemos o quanto os estudantes desvinculam as atividades prática/experimentais da teoria, como se servissem apenas para comprová-la. Contudo, é importante enfatizar a fala do estudante **A41**, do 3º ano, ao dizer que a experimentação serve

para colocar em prova aquilo que aprendem, ou seja, os conteúdos. O mesmo tem um pré-conceito estabelecido totalmente errôneo sobre este recurso metodológico, pois, para ele, a atividade prática é uma prova do conhecimento próprio, para averiguar se realmente prestou atenção na aula teórica ou não.

Outras respostas também merecem nossa atenção, como a do estudante **A61**, do 1º ano, ao relatar que o uso de atividades experimentais nem sempre contribuem para o processo de aprendizagem. Para ele falta tempo para pensar sobre o que acontece nos experimentos, e isso acaba dificultando o conhecimento.

Acreditamos que este tipo de concepção deveria estar presente em várias outras falas, pois o mesmo conseguiu expressar com franqueza aquilo que realmente falta no decorrer das aulas práticas: tempo. Tempo, este, para os próprios estudantes refletirem sobre o que estão realizando e não somente chegarem a um resultado final, sem nenhuma conclusão porque deu certo ou não, fato este extremamente frequente nas aulas experimentais da grande maioria dos professores.

Já o estudante **A72** responde que, a experimentação contribui sim para adquirirem conhecimento, pois para ele isto é ser Ciência, e ainda questiona se existe Ciência sem experimentos. A reflexão feita por este estudante do 3º ano leva a questionarmos sobre o papel que a Ciência tem no processo de ensino-aprendizagem, pois muitas vezes também julgamos os estudantes, como se apenas devessem pensar sobre aquilo que foi falado em sala de aula e aceitar como verdade única. Por vezes, não damos espaço suficiente aos estudantes para se manifestarem e expressarem o que sabem.

Quanto à última fala, o estudante expõe não aprender os conteúdos através da utilização de experimentos. Observa-se aqui, que nem sempre a forma como a atividade experimental é utilizada, assim como a teoria, traz melhorias ao processo de aprendizagem.

Cada estudante possui uma forma de aprender, e isso deve ser levado em consideração, para que as habilidades destes sejam descobertas e estimuladas. Porém, infelizmente nem sempre isto é possível, devido ao pouco número de aulas que os professores têm à disposição.

4.1.7 Os conteúdos de Química e o cotidiano

Conforme já visto, uma das formas de chamar a atenção dos estudantes é mostrar a utilidade da Química, tornando as aulas significativas para o aluno, o que pode ser feito através de aulas contextualizadas. Nestas aulas, o cotidiano deve estar intimamente relacionado com os conteúdos teóricos abordados em sala de aula.

Desta forma, ao questionarmos os sujeitos quanto à importância da Química para o seu dia a dia, quatro categorias foram delimitadas, como pode ser observado no Gráfico 5.

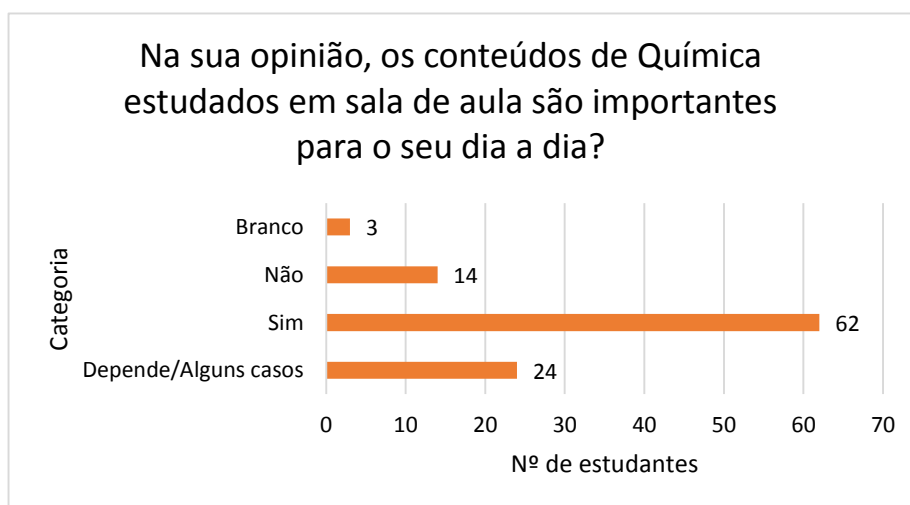


Gráfico 5: A Química e o cotidiano

Através das respostas dos estudantes, observamos que 60,19% acreditam que a disciplina seja importante, conforme relatam algumas das falas a seguir:

A19 Tudo é relacionado a química, ela é muito importante para a saúde (remédios e curas), tudo que fazemos relaciona-se a algo da química mesmo sem percebermos.

A27 Sim, e muito. Começa a ver a química desde o momento que ingiro alimentos até a hora que deitamos.

A80 Sim, pois a química é vida

A101: Às vezes sim. Mas 70% do que aprendemos acaba servindo só para passar no vestibular mesmo.

Para a maioria dos estudantes, a Química, como Ciência, está presente em tudo o que fazem. Porém, segundo o último estudante, mesmo a Química fazendo parte de sua vida, o

que é ensinado na escola dificilmente será importante para seu dia a dia, pois não consegue estabelecer esta relação.

Para outros alunos, apenas em alguns momentos os conteúdos de Química vistos em sala de aula são importantes. Para eles, a grande maioria dos acontecimentos diários que vivenciam estão distantes da Química, e isto implica, diretamente, a levá-los a pensar que os conceitos não são importantes, mas sim algo que apenas quem cursa Química precisa saber, conforme mostram as falas a seguir:

A17 Em parte sim, alguns conteúdos podem ser vistos no cotidiano, como fenômenos químicos e físicos, o resto das coisas é só “babozera”.

A37 Alguns assuntos sim, quando se trata das coisas do dia a dia, porém a maioria não é útil, só pra quem cursa química é.

Ao contrário de grande parte dos estudantes, alguns acreditam ainda que nada do que aprendem em sala de aula será utilizado no dia a dia. Para eles, aprender os conteúdos de Química não se faz importante devido à ausência de relação com o cotidiano, como podemos averiguar com as falas a seguir:

A2: Não, porque eu não vou fazer mistura em casa.

A29: Por enquanto não, pois não uso química todos os dias.

A17: Não. Pois não enxergamos a teoria no nosso dia-a-dia.

Entretanto, é pertinente salientar aqui, que estes estudantes, além de aulas de Química, passam por outras disciplinas no curso que usam frequentemente os conteúdos de Química e de forma totalmente relacionada com o cotidiano, como a disciplina de resistência dos materiais. Assim, torna-se um pouco contraditório quando estes afirmam não haver nenhuma relação com os acontecimentos diários da vida deles. Porém, dos estudantes que encontram-se na categoria do “Não”, todos estão no 1º ano do ensino médio, e como fazia pouco tempo que haviam ingressado no colégio, talvez não tivessem assistido a estas aulas ainda.

Além disso, como tive experiências anteriores na escola através do estágio em Química, pude conviver e observar as aulas da professora regente. Pude verificar que a mesma utiliza os conteúdos de forma contextualizada, visando sempre às suas relações com o cotidiano dos estudantes.

Assim, para estes alunos que responderam não haver importância em aprender os conteúdos de Química, é difícil estabelecer possíveis causas que levam isto a ocorrer, devido às grandes possibilidades que a escola oferece.

4.1.8 Os objetivos de se realizar aulas práticas/experimentais

A segunda parte do questionário, era composto por questões objetivas, alguns objetivos relacionados ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, procedimentais e atitudinais na realização de atividades práticas foram apresentados aos estudantes, os quais deveriam atribuir valores entre 1 e 5.

O Quadro 15 apresenta as respostas dos alunos divididas em três grupos: 1) Objetivos relacionados aos conhecimentos dos conteúdos de Química utilizando atividades experimentais (conceitual); 2) objetivos relativos ao saber fazer o procedimento experimental (procedimental); e 3) objetivos relativos ao ser (atitudinal). Em cada objetivo aparece o número de alunos que optaram pelos valores estipulados no questionário.

Através dos valores atribuídos a cada objetivo pelos estudantes, evidencia-se a falta de questionamento dos alunos em relação às atividades experimentais. Acreditamos que isso seja reflexo da pouca discussão a respeito da importância que a experimentação desempenha no processo de aprendizagem (GALIAZZI et al., 2001), conforme mostra o Quadro 15.

<i>IMPORTÂNCIA</i>	<i>Valores</i>					
1) Relacionada aos conhecimentos dos conteúdos de Química utilizando atividades experimentais						
1A - Melhorar a aprendizagem da teoria vista em aula;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	3	1	-	11	17	31
Nº de estudantes 3º ano	-	1	3	8	11	17
<i>Total de alunos</i>	3	2	3	19	28	48
1B - Aprender através da prática, os conceitos científicos de Química;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	-	1	29	23	9
Nº de estudantes 3º ano	-	-	6	12	11	11
<i>Total de alunos</i>	1	-	7	41	34	20
1C - Relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	6	16	25	10	5

Nº de estudantes 3º ano	3	1	1	10	10	15
<i>Total de alunos</i>	7	7	17	35	20	20
1D - Visualizar a teoria através da prática;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	-	2	7	14	39
Nº de estudantes 3º ano	-	-	3	2	11	24
<i>Total de alunos</i>	1	0	5	9	25	63
1E - Propor hipóteses para solucionar problemas.	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	9	15	21	8	9
Nº de estudantes 3º ano	-	1	7	18	9	5
<i>Total de alunos</i>	1	10	22	39	17	14
2) Relativa ao saber fazer o procedimento experimental						
2A - Desenvolver a observação;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	3	2	14	24	8	12
Nº de estudantes 3º ano	2	1	4	6	14	13
<i>Total de alunos</i>	5	3	18	30	22	25
2B - Desenvolver o raciocínio;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	1	4	12	22	23
Nº de estudantes 3º ano	1	1	4	12	10	12
<i>Total de alunos</i>	2	2	8	24	32	35
2C - Expor resultados e conclusões dos experimentos;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	1	2	4	26	15	15
Nº de estudantes 3º ano	-	2	6	12	10	10
<i>Total de alunos</i>	1	4	10	38	25	25
3) Relativa ao ser (conhecimento atitudinal):						
3A - Ficar motivado;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes 1º ano	3	2	7	6	22	23
Nº de estudantes 3º ano	-	1	2	7	12	18
<i>Total de alunos</i>	3	3	9	13	34	41
3B – Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo						
Nº de estudantes 1º ano	2	7	9	23	13	9
Nº de estudantes 3º ano	1	4	6	14	9	6
<i>Total de alunos</i>		11	15	37	22	15
3C - Desenvolver a iniciativa pessoal						
Nº de estudantes 1º ano	1	4	14	27	12	5
Nº de estudantes 3º ano	3	2	8	11	8	8
<i>Total de alunos</i>	4	6	26	38	20	13

Quadro 15: Valores atribuídos pelos estudantes sobre os objetivos das aulas práticas/experimentais

Para a análise dos resultados, os objetivos foram categorizados em grupos, de acordo com o maior número de respostas dos alunos e com os valores atribuídos por estes aos objetivos, conforme mostra o Quadro 16. Os objetivos cujos valores mais assinalados foram 4 e 5, foram categorizados como IMPORTANTÍSSIMOS, já os objetivos com valor 3 foram classificados como IMPORTANTES, como por exemplo, se o valor três, tanto em relação ao 1º e 3º anos, for mais vezes atribuído em relação aos demais, o objetivo será classificado como importante.

Grupos	Objetivos
Importantes / 3	1B, 1C, 1E, 2A, 2C, 3B e 3C
Importantíssimos / 4 e 5	1A, 1D, 2B e 3

Quadro 16: Grupos formados de acordo com os dados obtidos no Quadro 15

4.1.8.1 Categoria importante: Valor 3 atribuído mais vezes.

Objetivo 1B: Quando questionados sobre aprender os conceitos químicos pela prática, 41 (39,8%) estudantes acreditam ser importante. Porém, este valor ainda é baixo, levando em consideração a grande importância de tal objetivo ao processo de ensino e aprendizagem.

Acreditamos que os estudantes não têm muito clara a importância de relacionar a teoria com a prática. A realidade das escolas quanto a este quesito tem demonstrado que os professores ensinam a teoria, para posteriormente desenvolver uma atividade prática. Nesse sentido, acreditamos que esta percentagem obtida é uma consequência disto.

Objetivo 1C: De acordo com Brasil (2006), o professor deve estar preocupado com a inserção da realidade de seus alunos no meio escolar, sendo esta, o início para uma nova leitura do mundo. Logo, sobre relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano, 32 estudantes (31%) atribuíram valor 3. Porém, de acordo com Quadro 15, podemos observar uma grande diferença entre as turmas de 1º e 3º ano. Isso porque, nos 1^{os} anos, dos 63 estudantes, 25 (39,7%) acreditam ser importante e 15 (23,8%) importantíssimo, enquanto nos 3º anos, de 40 estudantes, 10 (25%) responderam ser importante e 25 (62,5%) importantíssimo.

Aqui, podemos voltar à segunda pergunta da primeira parte do questionário, onde apenas os alunos do último ano relacionaram a experimentação com o cotidiano. Essa discrepância, no entanto pode ser consequência de que nesta parte dos questionários os alunos tinham os objetivos prontos. É necessário ressaltar que, provavelmente, a diferença entre os dois anos é devido ao fato de os do primeiro ano terem tido poucas aulas experimentais, ao contrário dos estudantes do terceiro ano que já estavam concluindo o ensino médio.

Objetivo 1E: Neste caso, o valor 3 foi o mais assinalado por todas as turmas. Para os alunos, propor hipótese para solucionar problemas sugeridos pelo professor é importante, porém, de acordo com Galiuzzi et al., (2001), acontecer isso no meio escolar, infelizmente, é pouco frequente.

Objetivo 2A: No quesito observação, 30 alunos (29,1%) consideram importante durante uma atividade experimental, ou seja, um número muito baixo, contradizendo os resultados da pesquisa realizada com professores, os quais consideram este quesito muito importante (GALIAZZI et al., 2001).

Objetivo 2C: Em relação aos resultados e conclusões, 38 (36,9%) acreditam ser importante. Porém, deve-se salientar que a importância no ensino experimental não está em chegar a um resultado final correto, mas sim, estimular o lado reflexivo dos estudantes (HODSON, 1994).

Objetivo 3B: Trabalhar em grupo é uma das grandes competências exigidas no ensino, deste modo, quanto ao desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo no ensino de Química, 37 (35,9%) consideram este objetivo importante. Todavia, de acordo com Galiuzzi et al. (2001), o ensino de Ciências deve buscar desenvolver o aluno em todas as suas habilidades, a fim de torná-lo um sujeito social, mas nem todos alunos reconhecem a sua importância, pois o mesmo possibilita o diálogo entre os sujeitos.

Objetivo 3C: Assim como o objetivo anterior, a iniciativa pessoal é de extrema importância, pois esta é uma competência que ajuda os alunos a desenvolverem um pensamento crítico em relação à Química, contribuindo para a alfabetização científica, pois, segundo Freire (1980), esta implica numa auto formação, resultando numa postura interferente do homem sobre o contexto em que este encontra-se. Deste modo, 38 (36,9%)

atribuíram valor 3, sendo este, um valor ainda baixo, comprovando assim, que este objetivo ainda é pouco trabalhado no ensino médio.

4.1.8.2 Categoria importantíssimo: Valor 4 e 5 atribuído mais vezes

Objetivo 1A: 76 estudantes (73,8%) consideram que uma atividade experimental tem como objetivo melhorar a aprendizagem dos conteúdos teóricos. Conclui-se, então, de acordo com Suart (2014), que os estudantes realmente acreditam na importância da experimentação no processo de aprendizagem.

Objetivo 1D: 88 alunos (85,4%) acreditam ser de extrema importância uma atividade experimental que sirva para visualizar a teoria através da prática. Desta forma, acreditamos que isto seja reflexo da forma como estas atividades são apresentadas pela maioria dos professores em sala de aula, pois segundo Suart e Marcondes (2009), uma atividade experimental é feita de forma simplista ou técnica, não contemplando a relação teoria e prática no ensino.

Objetivo 2B: Com relação a desenvolver o raciocínio utilizando atividades experimentais em sala de aula, 67 alunos (65%) atribuíram valores 4 e 5. Percebe-se que os estudantes acreditam ser importantíssimo que uma aula experimental vise favorecer a aquisição do conhecimento.

Assim, quando o aluno utiliza o pensar e o fazer na construção do conhecimento, são instigados a expor suas ideias de forma reflexiva. Mas para isso, tanto alunos quanto professores, devem ter certeza que o uso de atividades experimentais é o melhor caminho, por ser um recurso abrangente, contemplando diversas habilidades, principalmente o cognitivo. (HODSON, 1988).

Objetivo 3A: A respeito da motivação ocasionada durante a prática de uma aula experimental, 75 estudantes (73%) atribuíram os maiores valores do Quadro. Neste caso, qualquer professor com experiência na área do ensino de ciências, sabe que, ao expor a possibilidade de atividades experimentais, gera uma expectativa nos estudantes.

4.2 Apresentação da temática “minerais”

A segunda intervenção foi destinada à introdução teórica dos minerais. Desta forma, inicialmente, um questionário investigativo contendo apenas questões abertas foi aplicado, a fim de averiguarmos os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática (Apêndice 2). Os dados obtidos foram delimitados por tópicos e categorizados, conforme apresentados a seguir.

4.2.1 Concepção sobre os minerais

Inicialmente foi feito um questionamento, “O que são minerais?”, para a análise deste questionamento, categorias foram criadas a partir das respostas dos sujeitos, podendo estes estarem em mais de uma categoria simultaneamente, como pode ser observado no Gráfico 6 a seguir:

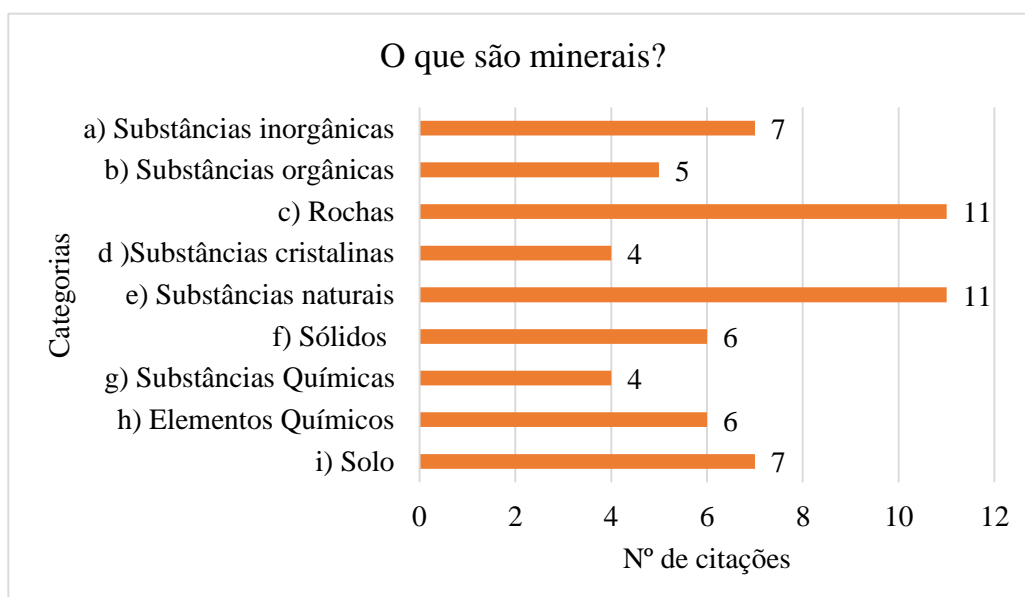


Gráfico 6: Concepção dos sujeitos sobre minerais.

Ao todo, 9 categorias foram criadas, e podemos perceber que todos os sujeitos possuem uma concepção prévia em relação aos minerais, como pode ser melhor analisado através das seguintes falas:

A03: Minerais são substâncias químicas, inorgânicas e naturais com estrutura sólida.

A04: São elementos/substâncias, sólidas da natureza.

A14: Um mineral é um corpo formado por meio de interações das substâncias químicas na crosta da terra.

A18: São rochas formadas por processos químicos naturais.

A23: São substâncias orgânicas naturais.

A28: Solos que formam o planeta terra.

De acordo com a definição correta de minerais apresentada no Capítulo 2, algumas categorias ganham destaque por estarem corretas, como por exemplo, as categorias “*a*”, “*d*”, “*e*”, “*f*”, “*g*” “*h*” (Gráfico 6) e pelas falas dos sujeitos A03, A04, A14.

Quanto ao restante das categorias, como “*b*”, “*c*” e “*i*”, algumas definições errôneas estão presentes, conforme mostram as falas de A18 e A23. Logo, a categoria “*b*” não está correta porque os minerais são substâncias inorgânicas e não orgânicas, conforme apresentadas. A categoria “*c*” está errada porque os minerais não são rochas, mas sim seus constituintes básicos são formadores das rochas. Já a última categoria, “*i*”, também está errada, pois os minerais não são solos, estes são formados através do intemperismo das rochas, as quais, por sua vez, são constituídas pelos minerais.

4.2.2 Os minerais e a Química e a relação destes com o cotidiano.

Os minerais possuem ampla relação com a Química, em virtude principalmente de sua composição. Porém, o ensino dificilmente é trabalhado de forma interdisciplinar, o que acaba deixando de lado a relação existente entre uma disciplina e outra. Desta forma, ao questionarmos os estudantes a respeito da relação dos minerais com a Química, dos 31 sujeitos, 16 responderam haver relação, sendo que 7 justificaram ser devido a presença de

elementos químicos em suas composições, 4 citaram as transformações e os processos químicos existentes para que sejam formados e 5 não souberam justificar suas respostas.

A falta de relação com a Química, sob nossa percepção, talvez seja acarretada em consequência dos sujeitos estarem no início do ano letivo e não terem realizado muitas aulas de Química e Geografia ainda.

Quanto à relação dos minerais com o cotidiano, todos os alunos responderam haver relação, sendo aqui delimitadas três categorias: **solo**, **alimentos**, **corpo humano** e **elementos químicos**, conforme mostra o Gráfico 7.

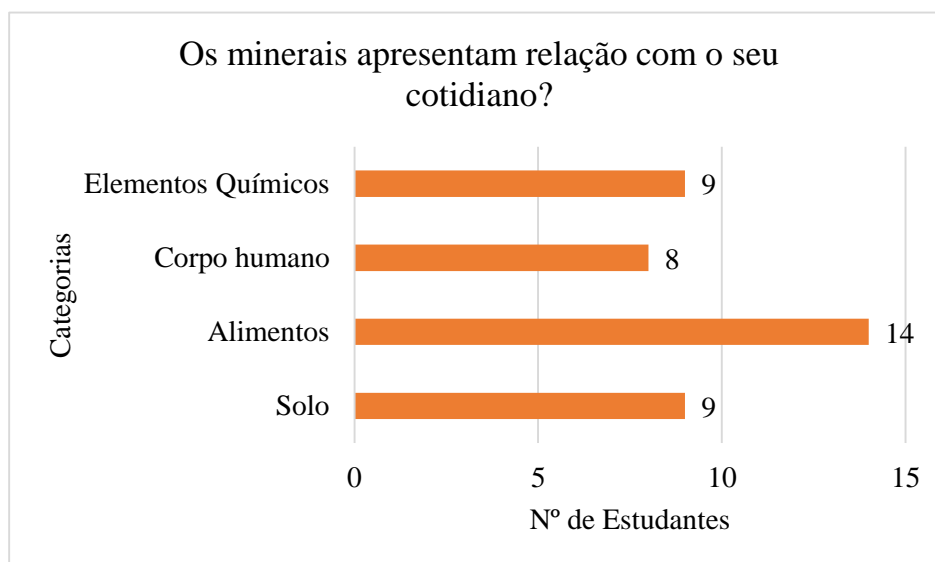


Gráfico 7: Os minerais e o cotidiano

Para a primeira categoria, 9 sujeitos relacionaram os minerais com o solo, pois é através dele que as plantas sorvem os minerais necessários ao seu desenvolvimento.

Para a categoria **b**, os estudantes relacionaram com os alimentos devido à importância destes para a alimentação e conseqüentemente à saúde. Quanto à relação com o cotidiano, 8 responderam haver esta relação devido à presença destes no corpo humano. Além disso, os estudantes também relacionaram com os elementos químicos (de acordo com a última categoria) presentes em seu cotidiano, como o ferro, ouro e prata, conforme mostram algumas das falas a seguir:

A01: Sim, os minerais são relacionados com a química porque todos possuem elementos químicos da tabela periódica. Já em nosso cotidiano temos o grafite, o ouro, moedas de cobre e prata, panelas de ferro, garfos de alumínio, entre outros.

A10: Eles são formados por processos químicos. Com o cotidiano, sempre estou precisando ingerir minerais através dos alimentos, ajudando na nossa saúde.

A14: Sim, estão relacionados com a química devido aos elementos químicos que possuem, e quanto ao cotidiano estão presentes no solo, os quais ingerimos pelos alimentos q se armazenam no nosso corpo.

A15: Apresenta relação com ambos, por causa dos minérios, que são elementos químicos, como o ouro, prata, diamantes, e outros.

A28: Sim, além do nosso corpo necessitar de alguns minerais para o funcionamento ideal da saúde, fazem parte de vários objetos do nosso dia a dia, como o ferro, alumínio...

Os minerais possuem uma ampla ligação com os conceitos de Química, permitindo trabalhar de forma contextualizada. Isso se justifica por eles estarem presentes direta e indiretamente em nosso cotidiano, sendo de extrema importância para a natureza, economia e essenciais à saúde. Porém, esta relação nem sempre é desenvolvida em sala de aula junto aos alunos, fato este que leva grande parte dos estudantes a não conseguirem relacionar os “minerais” com esta disciplina.

4.2.3 Identificação dos minerais

Visando averiguar as concepções que os estudantes possuíam quanto à possibilidade de descobrir os minerais de forma simples, a seguinte pergunta foi realizada: Você acha que os minerais podem ser identificados de forma simples? Justifique sua resposta.

Devido à ausência de conteúdos de Geografia que abordassem a temática minerais no início do ano letivo, todos os alunos responderam não ser possível, pois para eles técnicas de laboratório eram necessárias para identificá-los, conforme relata o **aluno 23**: “*Só vamos conseguir saber o mineral que temos se fizermos um experimento num laboratório apropriado e com a ajuda de geólogos, caso contrário jamais vamos conseguir fazer isso*”.

4.3 Investigando as propriedades dos minerais

Para a realização desta atividade, os alunos foram divididos em grupos, e além dos *kit's* entregues, cada grupo recebeu também um problema que deveriam resolver, o qual baseava-se na descoberta de três minerais presentes em cada um dos *kit's*.

Após as explicações e as orientações necessárias para a realização da investigação, os grupos iniciaram a investigação, percebemos que os grupos estavam bastante silenciosos e com muita dificuldade, até que o Aluno 13 questionou: “Professora, mesmo depois da explicação não sabemos por onde começar, pois pensamos que nesse livro estariam os passos para seguir, mas não está.”

Este relato comprovou o quanto os alunos são adeptos as famosas receitas procedimentais das técnicas, portanto o quanto teriam dificuldade no decorrer da atividade da forma como foi apresentada. Assim, mais uma vez as orientações foram dadas, e alguns questionamentos foram feitos, conforme mostra o diálogo anotado logo após a aplicação e apresentado a seguir:

“Pesquisadora: Pessoal, vocês lembram que na aula passada disse que, assim como os elementos químicos da Tabela Periódica os minerais também são organizados de acordo com suas características?”

Turma: Sim.

Pesquisadora: Então vocês sabem responder como são chamadas essas características tanto dos elementos químicos como dos minerais?

Aluno 15: acho que são propriedades químicas e físicas, só não lembro se para os minerais são as duas propriedades também.

Pesquisadora: Todo mundo concorda com o Aluno 15?

Turma: sim.

Aluno 03: Mas como que os minerais vão ter estas propriedades, se alguns não são elementos químicos, mas sim substâncias químicas, com vários elementos químicos? Acho que não é propriedades.

Pesquisadora: Quando vocês estudaram pra seleção do colégio, vocês lembram que as substâncias químicas podiam ser separadas em grupos, que grupos eram esses?

Alunos 15: Ácidos e bases?

Pesquisadora: Só esses dois ou tem mais algum Aluno 15?

Alunos 15: Já está pedindo demais prof.

Aluno 24: São ácidos, bases, óxidos e sais né?

Pesquisadora: Alguém discorda? Será que são esses mesmo ou que está faltando algum?

Turma: Achamos que são esses.

Aluno 29: Se o aluno 24 falou professora, é porque é, pois é o nerd da turma.

Turma: risos

Pesquisadora: Vocês acertaram alguns dos grupos sim, pois como a Química tem as substâncias inorgânicas e orgânicas, existem ainda outros grupos, os quais estão presentes nas substâncias orgânicos, como os álcoois, cetonas, ácidos orgânicos, entre outros. Mas em relação aos grupos das substâncias inorgânicas vocês acertaram. Mas voltando, vocês me disseram que os elementos químicos estão separados na tabela periódica e que as substâncias inorgânicas em grupos. O

mesmo acontece com os tantos tipos de minerais formados na crosta terrestre. Alguns, como visto na aula passada, possuem apenas um elemento químico, e por isso são classificados como...

Alunos 24: *nativos professora*

Pesquisadora: *Isso mesmo... Já o restante dos minerais, ou melhor, a grande maioria dos minerais, não são formados apenas por um elemento químico, mas por vários, e por causa disso, são classificados de acordo com as propriedades que estas substâncias levam eles a terem. E são exatamente estas propriedades que vocês vão utilizar para descobrir quais minerais possuem nos kits. Mas não esqueçam que não precisam descobrir exatamente o nome de cada mineral, os grupos que eles estão classificados já está ótimo, mas vocês precisam anotar tudo o que fizeram para chegar até o resultado, ok?*

Turma: *ok*

Pesquisadora: *certo, vocês receberam um kit, contendo alguns itens, e tudo o que está na caixa de vocês é importante para resolverem esse problema das propriedades dos minerais. Por que será que tem um “laser” na caixa que cada um dos grupos recebeu?*

Alunos 11: *para ver se a luz passa, que nem naquele exemplo que a senhora mostrou na aula passada, se era transparente ou não?*

Pesquisadora: *vocês acham que é para isso mesmo, conforme o aluno 11 disse?*

Turma: *sim*

Pesquisadora: *é isso mesmo, então agora o primeiro passo está dado, mas vocês podem fazer como o grupo achar melhor, e tentarem descobrir para que servem os demais itens do kit.”*

Nessa primeira atividade investigativa os alunos ainda tiveram bastante dificuldade para realizá-la, assim como a própria pesquisadora, sendo a maior dificuldade conseguir ajudar todos os grupos, fazendo questionamentos que pudessem auxiliá-los, sem intervir diretamente nas respostas e conclusões dos alunos. No mesmo sentido que os alunos estão acostumados a receber tudo pronto, com todos os passos que devem ser dados ou não, os professores também costumam seguirem a mesma linha de raciocínio, pois preparar as aulas práticas contendo os passos a serem seguidos acaba virando um círculo vicioso também para nós professores.

Todavia, durante as outras semanas com esta atividade, além da pesquisadora, mais duas pessoas passaram a ajudar na orientação dos grupos, uma laboratorista e uma mestranda, passando, desta forma, a fluir as aulas, possibilitando aos estudantes uma maior confiança no decorrer dos procedimentos. Devido ao maior contato com esta nova forma de realização das atividades práticas, aos poucos os alunos foram se acostumando. A Figura 31 mostra os estudantes realizando a atividade.

Na quarta semana, como os alunos já haviam encerrado os testes das propriedades, com a ajuda da professora de geografia, os levamos até à Exposição de minerais, localizado no Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria, para realizarem a comparação dos seus resultados com os dados disponíveis na Exposição, possibilitando, assim, a discussão dos resultados.



Figura 31: Alunos realizando a Intervenção 3

A quinta semana, ou seja, a última atividade desenvolvida durante esta intervenção, os grupos foram orientados a apresentarem suas conclusões aos demais colegas através de uma discussão entre eles e a pesquisadora. Os resultados obtidos estão apresentados grupo a grupo e, posteriormente, será feita uma análise geral dos resultados obtidos pelos grupos.

No livreto entregue juntamente com os *kits*, havia um quadro para as anotações dos resultados e conclusões para cada mineral presente no *kit* sendo que, no espaço “O que vocês acharam”, os estudantes deveriam colocar o que eles acharam para aquela propriedade. Já para o espaço destinado ao “Está correto?”, os alunos deveriam preenche-lo somente depois de visitarem a Exposição de minerais.

Após realizarem todos os experimentos necessários para descobrirem quais os minerais estavam presentes nos *Kit*, os estudantes chegaram aos resultados que estão apresentados nos Quadros 17 a 31.

4.3.1 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 1

Minerais presentes no *Kit 1: Quartzo verde (1A); Gipso (1B) e Quartzo preto (1C).*

Amostra: 1A	Nome do mineral: Quartzo	Fórmula Química: SiO₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Tem os elementos silício e dois oxigênios		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Aparenta ser prismático	Está
Transparência	() Sim (x) Não Não é transparente porque não passou luz por ele	Não dizia nada*
Translucido	(x) Sim () Não É translúcido porque não passou luz por ele	É
Opaco	() Sim (x) Não	Não dizia nada*
Brilho	Esta pedra não é metálica, por isso apresenta brilho vítreo.	Está
Densidade	Peso mineral: 12.264 g Volume deslocado: 6,5 cm ³ Densidade = m/v = 12,264g/6,5 cm ³ = 1,8867 g/cm ³	Acho que erramos, porque a densidade desse mineral é 2,65g/cm ³ e nós achamos 1,8867 g/cm ³
Germinação	() Sim (x) Não	Não achamos a germinação deste mineral na amostra dos minerais
Cor	Verde	Acertamos, mas tem outras cores também
Traço	Incolor	Erramos a cor do risco, pois é branco.
Dureza	Com a unha não conseguimos quebrar, porque é duro demais. Com a espátula também não, não esfarelou	Não colocamos com número. E a dureza deste mineral é 7.

	nada	
Na densidade sentimos dificuldade de ver o volume deslocado na proveta. Pesamos certo. Acho que erramos na hora de analisar o volume deslocado mesmo.		

* Não dizia nada: significa que na visita à exposição de minerais não haviam dados para a propriedade

Quadro 17: Mineral 1A

Amostra: 1B	Nome do mineral: calcita	Fórmula Química: CaCO₃
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Tem o cálcio, carbono e enxofre		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	É tabular	Não está
Transparência	(x) Sim () Não é transparente porque passou luz por ele	Está
Translucido	() Sim (x) Não Não é translúcido porque passou luz por ele	-
Opaco	() Sim (x) Não	-
Brilho	Não é metálico, é vítreo	Está
Densidade	Peso mineral: 7.623 g Volume deslocado: 3,5 cm ³ Densidade = m/v = 7,623g/3,5 cm ³ = 2,178 g/cm ³	Erramos essa densidade também, porque sua densidade é 2,7g/cm ³ .
Germinação	() Sim (x) Não	Não dizia nada
Cor	Incolor	Acertamos
Traço	Incolor	Acertamos
Dureza	Com minha unha (mulher) soltou um pouco e com a colher também esfarelou.	A dureza é 3

Acertamos quase todos, mas não colocamos o valor na dureza, erramos de novo a densidade e o hábito cristalino.

Quadro 18: Mineral 1B

Amostra: 1C	Nome do mineral: Quartzo preto	Fórmula Química: SiO ₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Tem os elementos silício e dois oxigênios		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Prismático	Está
Transparência	() Sim (x) Não	Não dizia nada
Translucido	() Sim (x) Não	-
Opaco	(x) Sim () Não	Acertamos
Brilho	Metálicos	Erramos, porque é vítreo
Densidade	Peso mineral: 9.46 g Volume deslocado: 4ml= cm ³ Densidade = m/v = 2,365g/cm ³	Agora chegamos um pouco mais perto do valor, que é 2,65 g/cm ³
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Preto	Acertamos
Traço	Incolor	O risco deste mineral é branco, e não incolor
Dureza	Muito duro, não esfarela com as unhas e nem com os outros minerais do ki e nem com a espátula	7
Neste mineral demoramos muito para saber que era quartzo também, por causa da cor, que era diferente do outro, achamos que era no início pirita, mas a pirita tem dourado também. Achamos estranho porque ele tem os mesmos elementos, mas cor diferentes.		

Quadro 19: Mineral 1C

4.3.2 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 2

Minerais presentes no *Kit 2*: *Serpentina* (2A); *mica roxa* (2B) e *Quartzo rosa* (2C).

Amostra: 2A	Nome do mineral: serpentina/crisotilo	Fórmula Química: $Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$
Quais elementos químicos que estão presentes na composição deste mineral? Mg, Si, O e H		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Acicular e granular	O hábito na amostra é acicular
Transparência	() Sim (x) Não Ao incidir o laser no mineral, a luz foi bloqueada.	-
Translucido	() Sim (x) Não Não é translúcido, pois a luz não passou	-
Opaco	() Sim (x) Não É opaco porque não passou nada de luz por ele	Acertamos
Brilho	O brilho é não metálico e sedoso, por causa das suas cerdas	Acertamos
Densidade	Peso mineral: 31,4 g Volume deslocado: 15 cm ³ Densidade = m/v = 2,09 g/cm ³	A densidade é 2.55 a verdadeira. Mas não achamos esse valor, devemos ter errado algo na hora de pesar ou medir.
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Verde, com fios brancos quase	Certo
Traço	Incolor	Não achamos a resposta na exposição
Dureza	Esfarelou uma parte porque é fio, mas a outra parte é mais resistente e as unhas ficaram marcadas. Soltam	A dureza é 2,5

	pelos.	
Este mineral possui a mesma dureza das unhas, por isso que elas ficaram levemente marcadas.		

Quadro 20: Mineral 2A

Amostra: 2B	Nome do mineral: mica roxa	Fórmula Química: $K_2(Li,Al)_5Si_6Al_2O_{20}(OH,F)_4$
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? K, Li, Al, Si, O, H e F		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Lamilar	Ok
Transparência	() Sim (x) Não Não passou luz	Ok
Translucido	() Sim (x) Não	-
Opaco	() Sim (x) Não Como não passou luz é opaco	Ok
Brilho	Não é metálico, é perláceo, esse não tá no livro, mas estava no artigo	Ok
Densidade	Peso mineral: 20.383 g Volume deslocado: 8,5 cm ³ Densidade = m/v = 2,358 g/cm ³	2,8 a 3,0 chegamos perto
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Roxa iluminada, mas quando raspamos, tinha partes incolores	Ok
Traço	Incolor	Erramos. O risco é branco
Dureza	Quando raspado com a colher solta lascas. O mesmo acontece quando raspamos com outros minerais, com as unhas e com a moeda.	2,5 – 3,0 tem valor baixo, por isso que raspamos e se lascou facilmente, esfarelado.

Quadro 21: Mineral 2B

Amostra: 2C	Nome do mineral: Quartzo	Fórmula Química: SiO ₂
Si e O		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Prismático	-
Transparência	(x) Sim () Não Passou luz	O mineral não é transparente
Translucido	() Sim (x) Não	É translucido.
Opaco	() Sim (x) Não	-
Brilho	Não metálico/vítreo	Ok
Densidade	Peso mineral: 13.1856 g Volume deslocado: 5ml = cm ³ Densidade = m/v = 13,185g/5ml = 2,637g/cm ³	Quase na mosca. É 2,65
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Rosa	Acertamos
Traço	Incolor	Erramos
Dureza	Não riscou quando passam a colher, a moeda e nem com os outros minerais	7

Quadro 22: Mineral 2C

4.3.3 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 3

Minerais presentes no *Kit 3*: *Quartzo rosa* (3A); *feldspato* (3B) e *gipso* (3C).

Amostra: 3A	Nome do mineral: Quartzo rosa	Fórmula Química: SiO ₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Os elementos químicos presentes neste mineral são: silício e dois oxigênios		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?

Hábito Cristalino	O hábito que melhor se encaixa com esse mineral é o prismático. Mas não temos certeza, porque ele parece ser um pouco arredondado	De acordo com a exposição, o hábito está certo.
Transparência	() Sim (x) Não Quando colocamos o laser para passar pelo mineral, a luz passou. Porém, quando colocamos a folha atrás dele, não conseguimos ver o que estava escrito.	-
Translucido	(x) Sim () Não Conforme dito acima, a luz do laser passou, mas não conseguimos ver nada na folha através do mineral, por isso ele é translucido	Acertamos
Opaco	() Sim (x) Não Não é opaco porque a luz passou por ele	Acertamos
Brilho	O brilho deste mineral é não metálico, e classificado como vítreo	Acertamos
Densidade	Peso mineral: 12.344 g Volume deslocado: 4,5ml= cm ³ Densidade = m/v = 13,185g/5ml = 2,743g/cm ³ Para a densidade, primeiro repesamos o mineral, pois ele já estava pesado, mas como raspamos, a professora disse que isso fazia ele perder massa. Depois de pesar, ele realmente tinha perdido. Depois medimos a temperatura da água e ela estava maior que 4°C, então colocamos mais gelo. Quando	A densidade exposta na amostra é 2,65. Ou seja, a nossa está maior do que deveria. Não conseguimos saber porque deu mais, talvez seja alguma coisa que esteja dentro do mineral, como sujeiras, que fez isso acontecer.

	chegou em 4°C, colocamos o mineral dentro e fomos ver quanto de água tinha subido. A água, que estava em 75 ml, passou para 79,5. Daí depois colocamos na fórmula e achamos a densidade do mineral	
Germinação	() Sim (x) Não Este mineral não tem nenhuma germinação	Acertamos
Cor	Rosado	Acertamos
Traço	Incolor	Não acertamos, pois o risco é branco. Mas, como a placa era branca, é difícil de vermos a cor daí.
Dureza	Primeiro tentamos raspar com as unhas de todos do grupo, mas não deu. Depois tentamos com a moeda e com a espátula e também não conseguimos. E quando raspamos os outros dois minerais com ele também não conseguimos fazer ele esfarelar.	Acertamos que ele é duro, porém, não colocamos em forma de números como estava na escala mohs, e que estava na amostra. A dureza deste mineral é 7.
Não sentimos dificuldade pra testar este mineral. Achamos legal		

Quadro 23: Mineral 3A

Amostra: 3B	Nome do mineral: feldspato	Fórmula Química:
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral?		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	O melhor hábito para este mineral é o tabular	Não estava certo
Transparência	() Sim (x) Não Ao colocarmos o laser para passar, a luz não passou.	Acertamos

Translucido	() Sim (x) Não Conforme dito acima, a luz não passou, então também não é translucido.	Acertamos
Opaco	() Sim (x) Não É opaco porque a luz não passou por ele	Acertamos
Brilho	Brilho não metálico.	Acertamos
Densidade	Peso mineral: 11,548 g Volume deslocado: 4,5 cm ³ Densidade = $m/v = 2,566 \text{ g/cm}^3$ Após o procedimento descrito no primeiro mineral, quando colocamos o mineral 2B dentro da proveta, também deslocou 4,5 ml.	A densidade correta varia entre 2,54 e 2,76. Nosso valor está dentro, e assim acertamos.
Germinação	() Sim (x) Não	Acertamos
Cor	Cor de pele	Na amostra a cor parecia ser mais rosada
Traço	Incolor	Não constava
Dureza	Não conseguimos raspar com a unha e nem a colher. Mas quando raspamos bem forte com o outro mineral, o rosa, ele ficou levemente riscado. É um mineral duro também	A dureza é alta, variando de 6,0 a 6,5.
Após os testes e pesquisa pra descobrir que mineral não chegamos em nenhum acordo. Após a ida ao museu, só descobrimos porque o mineral estava lá, se não seria difícil.		

Quadro 24: Mineral 3B

Amostra: 3C	Nome do mineral: gipso	Fórmula Química: CaSO₄
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral?		

Neste mineral estão presentes os elementos cálcio, enxofre e 4 oxigênios		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	O hábito deste mineral é tabular.	Correto
Transparência	(x) Sim () Não Ao colocar a luz para passar pelo mineral, a luz atravessou ele e também podemos ver o que estava atrás do mineral.	Acertamos
Translucido	() Sim (x) Não Conforme dito acima, a luz do laser passou, mas não conseguimos ver nada na folha através do mineral, por isso ele é translucido	Acertamos
Opaco	() Sim (x) Não Não é opaco porque a luz atravessou ele	Acertamos
Brilho	O seu brilho é não metálicos e vítreo	Correto
Densidade	Peso mineral: 6,897 g Volume deslocado: 3,5ml= cm ³ Densidade = m/v = 1,97g/cm ³	Acertamos, pois a densidade desse mineral varia entre 1,8 e 3,2.
Germinação	() Sim (x) Não	Não aparecia na exposição
Cor	Incolor	Acertamos
Traço	Incolor	Acertamos
Dureza	Dureza bem baixa, pois esfarelou fácil. Conseguimos quebrar com a mão e lascar com as unhas.	De acordo com a escala Mohs a dureza é 2. Bem baixa
Após realizarmos todos os testes, pegamos o livro sobre propriedades dos minerais pra ver se algum se encaixava, achamos que fosse a calcita, mas após a visita ao museu, concluímos que era o gipso, pois era mais fino que a calcita.		

Quadro 25: Mineral 3C

4.3.4 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 4

Minerais presentes no *Kit 4*: *Quartzo preto* (4A); *pirita* (4B) e *serpentina* (4C).

Amostra: 4A	Nome do mineral: Quartzo preto	Fórmula Química: SiO₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Silício e oxigênio		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	É prismático	Acertamos
Transparência	() Sim (x) Não Não enxergamos nada atrás dele.	Acertamos
Translucido	(x) Sim () Não A luz passou muito fraca por ele.	Acertamos
Opaco	() Sim (x) Não A luz passou por ele	Acertamos
Brilho	Não metálico e vítreo	Acertamos
Densidade	Peso mineral: 12,03 g Volume deslocado: 5ml Densidade = $m/v = 12,03g/5ml = 2,406$	Praticamente acertamos. 2,65 é o correto.
Germinação	() Sim (x) Não	Acertamos
Cor	Preto	Acertamos
Traço	Não tem – Incolor	Erramos. O risco é branco, mas não conseguimos observar esta cor na placa de porcelana, porque ela também é branca
Dureza	Muito duro	Esse mineral tem dureza igual a 7
Erramos a cor do risco deste mineral.		

Quadro 26: Mineral 4A

Amostra: 4B	Nome do mineral: pirita	Fórmula Química: FeS₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Tem ferro e enxofre		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Parece ser granular	Está
Transparência	() Sim (x) Não O laser não passou por esse mineral	Está
Translucido	() Sim (x) Não	Está
Opaco	(x) Sim () Não Se a luz não passou por ele, é opaco	Está
Brilho	Brilho metálico	Está
Densidade	Peso mineral: 18,08 g Volume deslocado: 5 cm ³ Densidade = m/v = 3,616 g/cm ³	Sua densidade é 4,9 a 5,1. Acho que isso aconteceu porque derrubamos ele e quebrou um pouco e daí não pesamos de novo.
Germinação	() Sim (x) Não	Está
Cor	Preto e dourado	Está
Traço	Verde bem escuro	Está
Dureza	Esfarelou bem pouquinho, e quebrou quando derrubamos no chão	Deveríamos ter colocado o número da escala, que é 6.
O que mais chamou nossa atenção testando esse mineral foi a cor do risco dele, pois é preto com dourado, mas quando riscamos saiu verde, por causa da sua composição química.		

Quadro 27: Mineral 4B

Amostra: 4C	Nome do mineral: serpentina	Fórmula Química: Mg₃(Si₂O₅)(OH)₄
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Magnésio, silício, oxigênio e hidrogênio		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito	Granular e acicular	Não é acicular, só granular

Cristalino		
Transparência	() Sim (x) Não Não enxergamos nada através dele.	Não tinha nada na exposição
Translucido	() Sim (x) Não A luz não passou por ele	Acertamos
Opaco	(x) Sim () Não Opaco porque não passa luz por ele e não vemos nada depois dele.	Acertamos
Brilho	Não metálico e sedoso	Correto
Densidade	Peso mineral: 30,368 g Volume deslocado: 15ml Densidade = $m/v = 2,024\text{g/cm}^3$	Não acertamos. Acharmos que deve ser por causa de outros elementos presentes, que podem ficar no mineral, fazendo ele deixar de ser puro, ou então, erramos na hora, porque não repesamos o mineral. 2.5 é a densidade.
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Verde militar	Ok
Traço	Não tem	-
Dureza	Não é duro, a moeda ficou marcada nela.	Sua dureza é 2,5.
Acharmos mais de um tipo de serpentina nos livros, mas na amostra a mais parecia com a que estava no nosso <i>kit</i> era a de composição $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$.		

Quadro 28: Mineral 4C

4.3.5 Análise dos minerais encontrados pelo Grupo 5

Minerais presentes no *Kit 5*: *Quartzo verde* (5A); *serpentina* (5B) e *hematita* (5C).

Amostra: 5A	Nome do mineral: Quartzo verde	Fórmula Química: SiO ₂
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Si e O		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Difícil de ver isso, mas achamos que é prismático e também lamelar.	O mineral não é lamelar, mas é prismático.
Transparência	() Sim (x) Não Não é transparente	-
Translucido	(x) Sim () Não É translucido, pois não conseguimos ver o objeto do outro lado deste mineral.	São translúcidos, acertamos
Opaco	() Sim (x) Não Não é um mineral metálico, então não é opaco	-
Brilho	O brilho deste mineral é não metálico – vítreo	Acertamos
Densidade	Peso mineral: 14,51 g Volume deslocado: 6,5 ml Densidade = $m/v = 14,51\text{g}/6,5 = 2,232\text{ g/cm}^3$	Nosso valor não foi muito próximo do valor real, o qual é 2,65. Talvez o erro seja porque não conseguimos ver direito o risco do volume deslocado.
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Verde agua bonito	-
Traço	Não conseguimos ver se riscou ou não. Não risca	Não conseguimos ver o risco de cor branca, como estava na amostra.
Dureza	E duro demais. Achamos que deve estar perto do diamante.	A dureza do quartzo é 7.0. conseguimos chegar perto.
Este mineral está no grupo dos silicatos.		

Quadro 29: Mineral 5A

Amostra: 5B	Nome do mineral: serpentina	Fórmula Química: Mg₃(Si₂O₅)(OH)₄.
Quais elementos químicos estão presentes na composição deste mineral? Há 3 Mg; 2 Li; 9 O; e 4 H		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Acicular e granular	Na exposição está apenas granular, mas ainda achamos que é acicular também.
Transparência	() Sim (x) Não	-
Translucido	() Sim (x) Não	-
Opaco	(x) Sim () Não Se a luz não passou por ele, é opaco	Este mineral é opaco
Brilho	Metálico	Erramos, este mineral não é metálico, mas sim não metálico e sedoso.
Densidade	Peso mineral: 33,213 g Volume deslocado: 16 cm ³ Densidade = m/v = 33, 213g/16cm ³ = 2,0855	A densidade relativa deste mineral é 2,55. Nosso valor deu próximo
Germinação	() Sim (x) Não	Não encontramos nada
Cor	Verde musgo	-
Traço	Não risca	Não encontramos nada
Dureza	Uma parte é formada por fios, parecendo cabelos e o resto é muito resistente, mas larga um pozinho	A dureza é 2,5 na escala de Mohs
Este mineral faz parte dos filossilicatos		

Quadro 30: Mineral 5B

Amostra: 5C	Nome do mineral: hematita	Fórmula Química: Fe₂O₃
Há ferro (2) e oxigênio (3)		

Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino	Granular	Acertamos
Transparência	() Sim (x) Não	-
Translucido	() Sim (x) Não	-
Opaco	(x) Sim () Não É opaco	Acertamos
Brilho	Tem uns pózinhos que aparentam ser metálico	É metálico
Densidade	Peso mineral: 19,48 g Volume deslocado: 4ml Densidade = $m/v = 4,87\text{g/cm}^3$	Acertamos: o valor na amostra é entre 4,9 e 5,3 e nos encontramos 4,87.
Germinação	() Sim (x) Não	-
Cor	Chumbo	Acertamos
Traço	É diferente da cor, é vermelho o risco	Acertamos
Dureza	Muito resistente/duro	A escala de Mohs é entre 5,5 e 6,5, por isso é difícil de ser quebrado.
Este mineral faz parte dos óxidos.		

Quadro 31: Mineral 5C

4.3.6 Análise dos resultados dos grupo.

Conforme visto nos Quadros 17 a 31 que contém as respostas da análise dos minerais feita pelos grupos, cada grupo deveria chegar ao mineral proposto através de suas propriedades. Nesta atividade, o objetivo principal não era fazer os estudantes chegarem a todas as respostas corretas e a cada um dos minerais que estavam compondo cada um dos *kits* mas sim, que a partir da atividade investigativa realizada, conseguissem relacionar os conteúdos de química com a temática em questão, instigando-os e ajudando-os a aprimorarem suas ideias, bem como a construírem o próprio conhecimento.

Com exceção do Grupo 1, os quais confundiram a calcita com o gipso, todos conseguiram chegar nos minerais corretos, seja por meio das pesquisas realizadas nos materiais de apoio ou através da visita realizada à Exposição de minerais na UFSM.

Cada quadro da análise dos minerais (Quadros 17 a 21), apresenta na coluna da esquerda alguma propriedade com o seu quadro colorido, este grifo é para destacar a propriedade que o grupo encontrou dificuldade. Nesse sentido, construímos o Gráfico 8 que agrupa as propriedades com maior índice de erros de cada grupo, cujas cores correspondem as cores dos Quadros de 17 a 21.

Em relação a propriedade dureza, nenhum dos grupos relacionou esta propriedade com a Escala de Mohs, ou seja, não atribuíram valores numéricos de 1 a 10 para estimarem a dureza dos minerais presentes nos *kits*, mas sim, relacionaram o grau de dureza com a facilidade ou não de um mineral esfarelar. Isto pode ter ocorrido porque durante a aula teórica (Intervenção 2), utilizamos como exemplo o talco, um mineral que esfarela muito, sendo este, o primeiro na escala, e o quartzo branco, o qual não esfarela, por possuir dureza elevada. Desta forma, acreditamos que isto acabou gerando confusão.

Além disso, observamos que, sempre quando o risco de um mineral deveria apresentar coloração branca teoricamente, também houve confusão nas respostas, em consequência da cor da placa de porcelana ser da mesma cor, sendo impossível a visualização. Como um dos nossos objetivos era fazê-los observar quando erravam ou acertavam, acreditamos que os mesmos conseguiram ver seus erros, e ainda elencar fatores possíveis os levaram a errar.

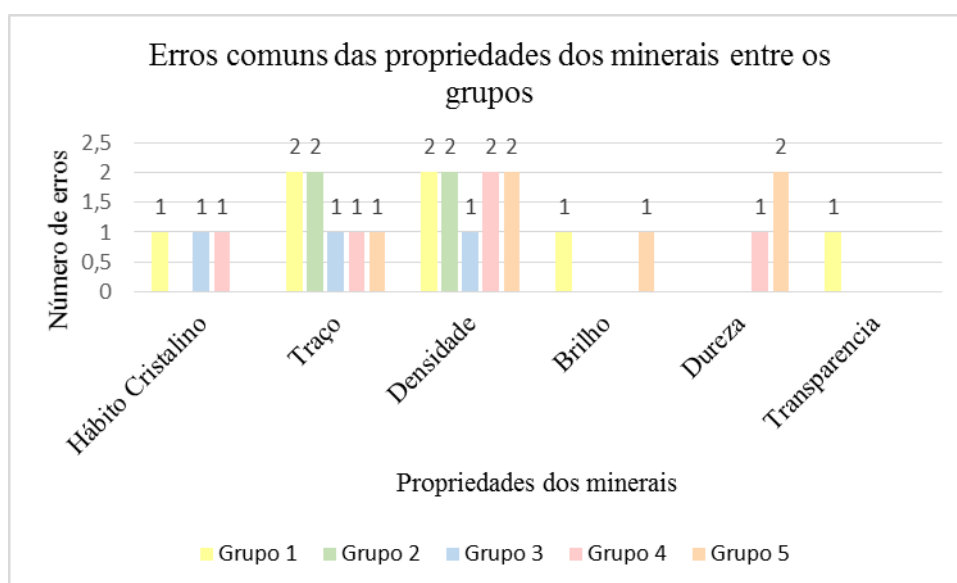


Gráfico 8: Estimativa de erros das propriedades dos minerais

Outra propriedade que os grupos erraram com mais frequência foi a densidade, mas, assim como alguns grupos já citaram, diversos fatores podem ter interferido, como a perda de massa dos minerais, visualização ruim do volume deslocado, e até mesmo impurezas presentes na composição química dos minerais, entre outros.

Porém, mesmo que alguns resultados não tenham se aproximado muito do valor tabelado, eles conseguiram enxergar as possíveis interferências, sendo este, um grande passo para a construção do conhecimento. Observamos também, que no espaço livre para escreverem sobre a atividade, os grupos foram bem autênticos, pois colocaram a classificação dos minerais, dificuldades, o que mais chamou a atenção, erros, entre outros.

Para avaliarmos a visão dos alunos sobre a finalidade da atividade investigativa, pedimos aos grupos para elaborarem um texto falando sobre as atividades que haviam realizado no decorrer das 5 semanas. Alguns recortes dos textos de cada grupo encontram-se transcritos a seguir.

“Primeiro tentamos ver se os minerais eram translúcidos, transparentes ou opacos usando o laser, se o feixe de luz passasse, o mineral podia ser translúcido ou transparente, daí, para ver qual era um e qual era outro, colocamos o mineral na frente do livrinho, se aparecia as letras atrás, era transparente, e se não aparecia era translúcido. Já quando a luz não passava, o mineral era opaco[...] O risco, quando riscamos na forminha branca parecia não aparecer, daí pensamos que todos eram incolor, mas na amostra, vimos que erramos a cor, que é branca, mas é impossível ver a cor branca na forma branca [...]” **Relato Grupo 1**

“... Gostamos de ir conferir nossas respostas [...] porque podemos ver aquilo que a professora nos disse das classificações e dos grupos, e claro, podemos conferir nossos erros e acertos e tudo o que fizemos nas aulas. O mais legal, foi a densidade, é diferente de ver só na tabela aquelas retas indo de um lado para o outro... A atividade foi muito boa, diferente e o grupo todo teve que ajudar e pensar. Começamos vendo se os minerais eram duros e sentimos dificuldade no início, depois descobrimos como era feito. Tentamos com as unhas, depois com a colher e com um mineral com o outro, mas fizemos diferente, pois não colocamos os números da escala de Mohr [...]” **Relato Grupo 2**

“[...] No primeiro dia de aula no laboratório com a senhora, achamos a aula terrível, não sabíamos por onde começar, acho que ficamos toda a aula nos olhando. Mas depois, conversando com as prof, vimos que até era melhor, porque precisamos pensar, e não pegar as coisas prontas. Também achamos legal nessas aulas que não foi a professora quem nos disse que o que fizemos estava errado ou não, só que tivemos que conferir, e ainda tentar ver porque aquilo tinha acontecido. Isso foi o diferencial.” **Relato Grupo 3**

“[...] Para realizarmos esta atividade tivemos que interagir bastante com o grupo, pois cada um queria fazer de forma diferente e também pensavam diferente. Descobrimos que não é necessário laboratórios e equipamentos muito científicos para desvendarmos os minerais. Como por exemplo, no nosso kit continha três minerais, serpentina, a qual antigamente era usada para fazer as caixas d'água, a pirita (o mineral mais bonito de todos os grupos) e o quartzo preto. [...] Antes de irmos para a exposição já sabíamos quais eram os nossos minerais, lá apenas

comprovamos e comparamos se o que tínhamos feito estava certo ou não.” **Relato Grupo 4**

“No início, achamos que as aulas seriam chatas porque ficamos perdidas totalmente na primeira aula no laboratório, mas o bom foi que não precisamos ficar cuidando pra ver se acertamos ou não, tivemos liberdade e isso foi bom. Achamos muita coisa interessante, mas o que mais chamou nossa atenção foi o mineral 5C. Ele é muito cinza e quando riscamos ele na placa de porcelana, vimos que o seu risco é de outra cor, que é vermelho, por causa da presença do elemento ferro. Além disso, parecíamos cientistas, tentando descobrir quais os minerais do nosso kit, e para isso fizemos os experimentos, lemos nesse livreto, nos artigos que ficavam disponíveis e por último, fomos até o prédio do curso de geografia aqui da universidade e isso nos fez aprender bastante sobre os minerais e sua química.”

Relato Grupo 5

Através das falas dos estudantes, pode-se perceber o avanço na aprendizagem através da investigação, conforme detectamos e relatado nos textos. A primeira aula prática, causou estranhamento nos alunos, pois não receberam um roteiro a ser seguido, mas sim um livreto com embasamento teórico como suporte para auxiliar em caso de dúvidas, além de livros, artigos, orientações e explicações no decorrer das aulas.

Com o passar das semanas, porém, percebemos um avanço dos nossos sujeitos, pois não estavam mais esperando a nossa iniciativa, mas sim passaram a assumir um papel investigativo, dialogando com o grupo, bem como, testando as propriedades dos minerais por conta própria.

Nesse contexto, a realização desta atividade investigativa proporcionou aos estudantes, relacionar a química com a geografia, o desenvolvimento de conceitos de ambas as disciplinas, além de incentivar a tomada de decisão durante a sua realização. Acreditamos que os estudantes começaram a desenvolver um novo olhar sobre a realização de atividades experimentais, visto que, conseguimos fazê-los desempenhar um papel ativo na construção dos seus conhecimentos através das trocas de significados.

4.4 Oficina temática “A saúde bucal e os minerais”

De acordo com Silva e Marcondes (2010), um ensino contextualizado é o princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania, possibilitando a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos. Nesse contexto, o objetivo desta oficina foi realizar uma atividade experimental investigativa, permitindo a contextualização da Química através das temáticas “minerais” e “saúde bucal”.

Essa contextualização permitiu direcionar os estudantes a reflexão sobre a ingestão de alimentos e bebidas ácidas no dia a dia, bem como os danos que estes podem acarretar à saúde quando ingeridos em excesso e diariamente.

A oficina iniciou com uma abordagem teórica sobre o tema e após desenvolveu-se uma atividade experimental. Quanto aos dados coletados nesta oficina, utilizamos como instrumentos questionários e a uma planilha preenchida durante a atividade investigativa. Para a análise dos dados, obtidos através dos questionários foram criadas categorias feitas de acordo com as questões presentes. Para a atividade investigativa analisou-se uma planilha com os resultados da atividade.

Quanto as perguntas presentes em ambos os questionários, quando as mesmas forem analisadas em conjunto serão identificadas por AQIF (análise questionário inicial e final) no tópico da categoria. É importante salientar que, ao término da aplicação, os alunos receberam artigos para fundamentação das suas respostas no questionário final.

4.4.1 Análise do Questionário Inicial e Final.

A fim de averiguarmos os conhecimentos prévios e adquiridos dos estudantes sobre o assunto em questão, convidamos os alunos a responderem um questionário no início da oficina e um ao final, ambos relacionados ao elemento químico cálcio, ao mineral hidroxiapatita e à saúde bucal. O inicial continha 3 questões abertas e 3 questões objetivas (Apêndice 4), e o final 3 questões abertas e 4 objetivas (Apêndice 5). As categorias criadas para análise serão apresentadas a seguir.

4.4.1.1 Minerais importantes para a saúde

Com a intuito de averiguarmos as concepções dos estudantes sobre os minerais relacionados com a saúde e a alimentação, o seguinte questionamento foi feito: “*Quais os íons (minerais) você considera mais importantes para a sua saúde? Em quais alimentos podem ser encontrados?*”

A seguir algumas das falas dos alunos estão transcritas:

A04: Cálcio, ferro e potássio e estes estão presentes no leite, feijão e banana.

A12: Cálcio, zinco e ferro. Encontramos no leite, ovos, queijo e amêndoas.

Para um melhor entendimento das respostas dos alunos, elas foram classificadas em subcategorias, conforme apresentadas nos Gráficos 9 e 10. O gráfico 9 representa o número de vezes que determinados íons foram citados pelos estudantes, como por exemplo, Potássio (K) 15 vezes. Já o Gráfico 10, representa o número de vezes que as fontes destes íons, os alimentos, foram citadas pelos estudantes, como por exemplo, o leite, por ser rico em íons cálcio, a cor neste gráfico é correspondente a cor dos íons do gráfico 9.

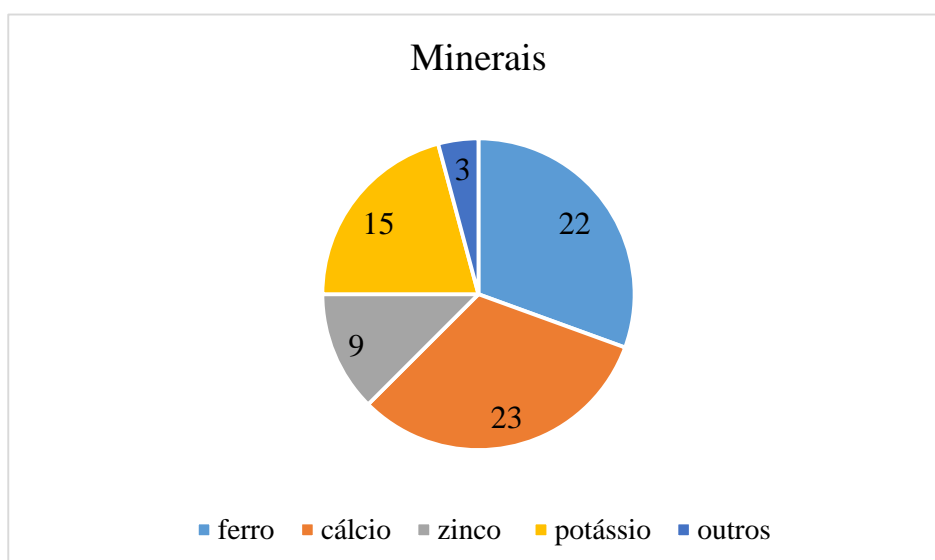


Gráfico 9: Íons provenientes dos minerais.

Conforme podemos analisar no Gráfico 9, 4 íons foram mais lembrados, sendo que 23 citaram o cálcio, 22 o ferro, 15 o potássio e 09 o zinco. Apenas 03 estudantes colocaram outros íons presentes nos alimentos, estando estes presentes na subcategoria “outros”. Ainda, podemos observar o quanto os estudantes sabem pouco dos alimentos que possuem cálcio, pois ao todo, apenas leite, ovos e queijo constituíam suas respostas.

Assim, quando somos questionados sobre minerais essenciais para a boa saúde do corpo, geralmente nos lembramos primeiramente do cálcio e ferro, por serem mais discutidos e estarem presentes em várias propagandas de alimentos. Além disso, temos o costume de

relacionar a ingestão do elemento químico cálcio com a ingestão de leite, porém, como já visto anteriormente, este não é a única fonte de cálcio, há outras opções de alimentícias com grande quantidade deste elemento e outros em menores (Ver Tabela 3, cap. 2).

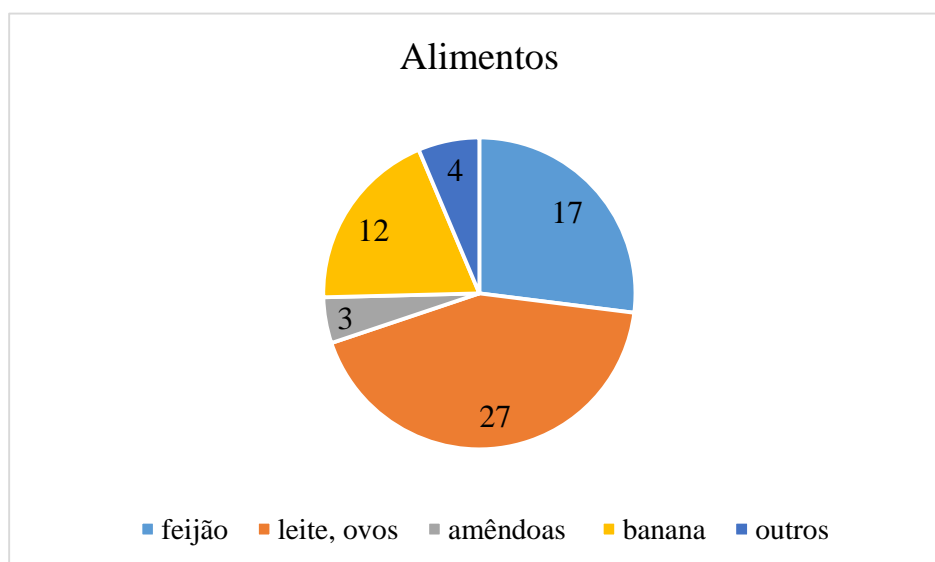


Gráfico 10: Alimentos como fonte de íons citados no gráfico 9

Nosso objetivo com esta pergunta era investigar se os estudantes iriam relacionar com o cálcio com alimentos e com a saúde, e este foi o mais citado pela maioria dos estudantes, pois apenas 2 alunos não o mencionaram.

4.4.1.2 Constituição dos dentes (AQIF)

Práticas preventivas e educativas em relação à saúde bucal é de extrema importância no âmbito escolar, além de ser uma ótima forma de contextualizar os conceitos científicos. Deste modo, uma pergunta referente as partes dos dentes foi realizada, para investigarmos os conhecimentos iniciais e adquiridos dos estudantes. O Gráfico 11 mostra o questionamento feito e o resultado deste, tanto no questionário inicial, quanto final.

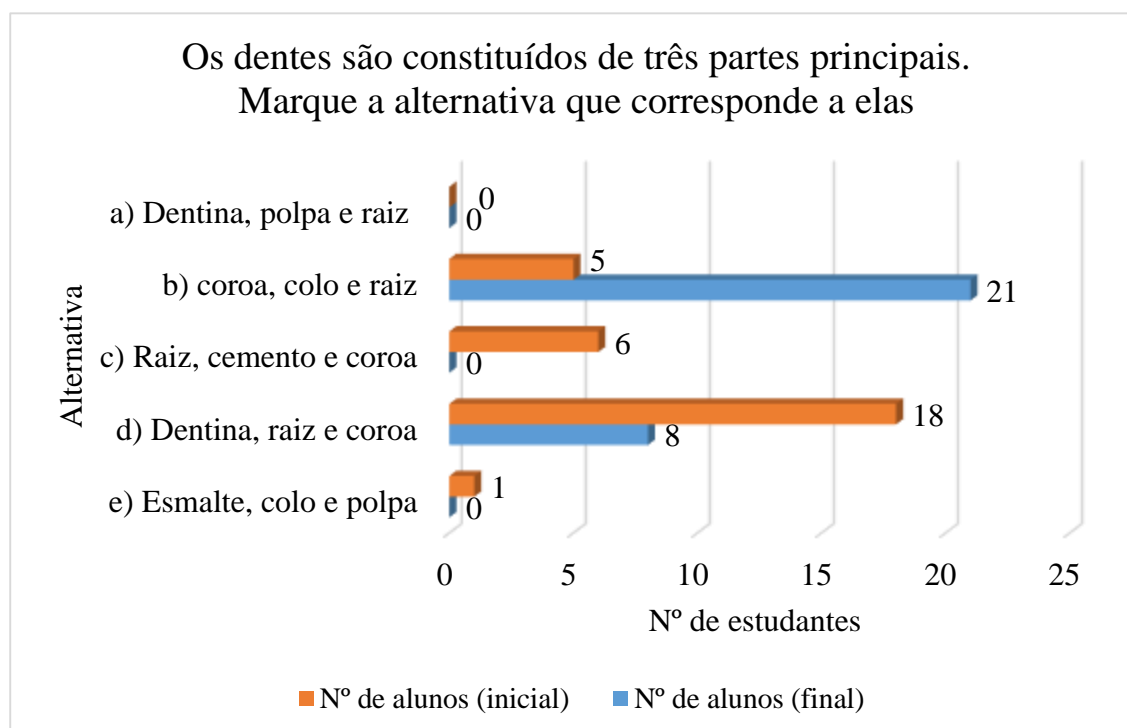


Gráfico 11: Concepções dos estudantes sobre as partes dos dentes

Grande parte dos estudantes não sabiam as partes dos dentes, pois a maioria marcou a resposta inicial “*d*”. Já em relação ao questionário final, realizado uma semana depois do inicial, 21 estudantes conseguiram lembrar das partes dos dentes, pois marcaram a letra “*b*”, sendo esta a correta segundo Nelson e Ash, 2012.

4.4.1.4 Erosão dental (AQIF)

Em relação a erosão dental, duas perguntas foram realizadas, a primeira, indagava sobre o problema de saúde bucal causado pelo consumo demasiado e frequente de bebidas e alimentos como: refrigerante, frutas, suco de frutas cítricas, vinagre vinho e café. O Gráfico 12 apresenta as subcategorias criadas a partir das falas dos estudantes:

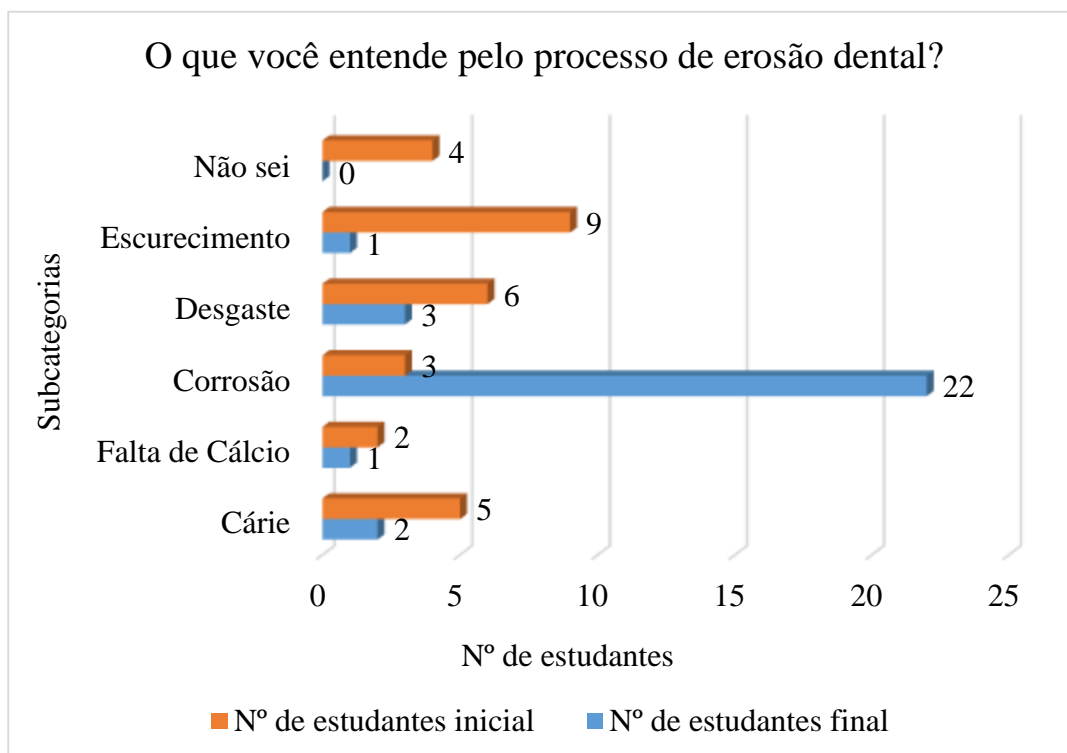


Gráfico 12: Concepções dos estudantes sobre erosão dental.

Podemos observar que nas respostas obtidas no questionário inicial os estudantes utilizaram termos bastante simplórios e gerais para responderem o que era erosão dental. No entanto, após uma semana de a teoria ter sido trabalhada, os termos empobrecidos passaram a dar lugar a termos mais concisos e com maior embasamento teórico, conforme podemos averiguar a partir da transcrição de algumas falas dos estudantes:

A05 (Inicial): Entendo que erosão dental é uma corrosão

A05 (final): É a corrosão do dente causada por ácidos, ocasionando na exposição da dentina, ocasionando dor.

A12 (Inicial): É o desgaste do dente.

A12 (final): É a perda de tecido dentário causado pela ingestão de alimentos ou bebidas ácidas.

4.4.1.5 O elemento químico Cálcio (AQIF)

A última pergunta do questionário inicial foi direcionada ao elemento químico cálcio, a qual continha 6 alternativas. O Gráfico 13 mostra as alternativas mais marcadas pelos estudantes em ambos os questionários.

A partir das respostas assinaladas pelos estudantes, as quais encontram-se expostas no Gráfico 13, podemos perceber que os estudantes já possuíam um certo entendimento sobre o elemento químico cálcio, pois as respostas mais marcadas em ambos os questionários foram as alternativas “b”, “d” e “e”, sendo estas as corretas.

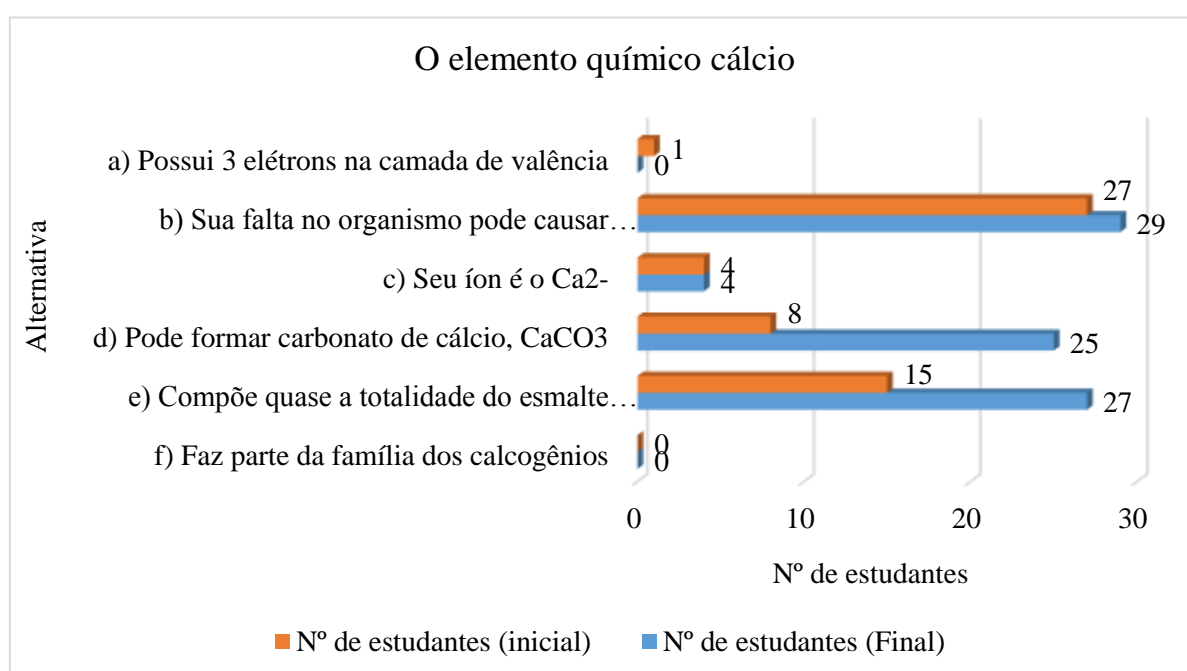


Gráfico 13: O elemento químico cálcio

4.4.1.6 Relação minerais e saúde bucal

A última categoria criada para análise do questionário final, abordava a relação da Química com os minerais e com a saúde bucal, a partir dos conteúdos desenvolvidos durante a atividade. A questão continha 6 alternativas de marcar V para as corretas e F para as falsas. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 14.

Através deste Gráfico, podemos averiguar o entendimento dos estudantes sobre a atividade que lhes foi proposta, pois as alternativas corretas são “a”, “b”, “d” e “e”, todas

foram as mais assinaladas pelos estudantes. Todavia, alguns sujeitos não conseguiram mudar suas concepções iniciais, visto que, de acordo com os estudantes A10, A18, A23 e A26, as alternativas “c” (A10) e “f” (A18, A23 e A26) estão corretas.

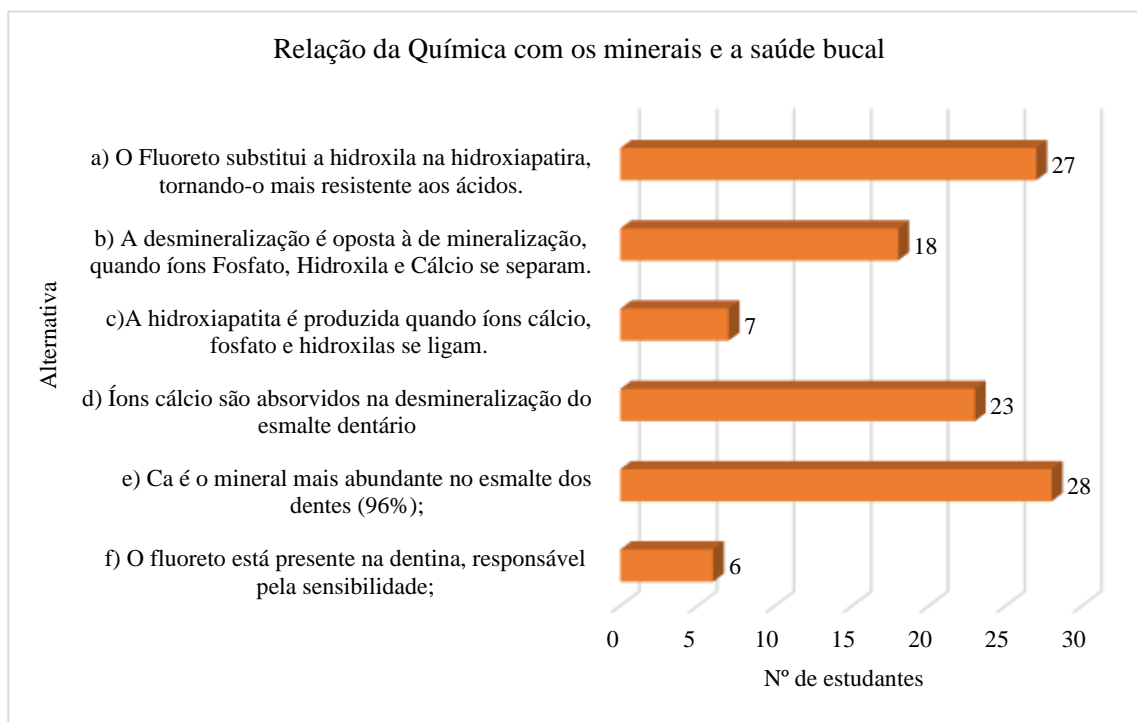


Gráfico 14: A relação da Química com a saúde bucal

4.4.2 Análise da planilha da Atividade Investigativa

Nesta parte da Intervenção 3, os alunos foram divididos em 5 grupos, e cada grupo recebeu um *kit* contendo, entre outros itens, um dente humano para pesagem, uma bebida para averiguação do pH, fita de pH e uma planilha (Apêndice 6) para descreverem os resultados encontrados. A seguir, o seguinte problema foi apresentado foi: “O que acontecerá com os dentes após 6 dias?”.

Os dentes foram então pesados e após o período destinado para a resolução do problema, o procedimento de pesagem foi repetido. Após a pesagem os estudantes realizaram uma análise química qualitativa para identificação de cálcio com negro de eriocromo T, conforme podemos observar através da Figura 32.



Figura 32: Realização da Oficina e teste qualitativo.

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos pelos estudantes em relação a primeira e a segunda semana da atividade, as bebidas utilizadas, os valores estimados de pH de cada uma delas e suas respectivas massas iniciais e finais, bem como as discussões apresentadas acerca dos resultados encontrados.

Tabela 4: Planilha de dados anotados pelos estudantes.

Grupo	Bebida	pH	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)
1	<i>Suco de uva</i>	1	1,069	1,045
	O dente diminuiu sua massa. Essa perda é a prova que houve erosão dental, pois o cálcio ficou na bebida.			
2	<i>Água</i>	7	0,819	0,819
	A massa se manteve, porque a água é neutra.			
3	<i>Vinho tinto</i>	2,5	0,874	0,866

	A massa do dente diminuiu, ele desgastou.			
4	<i>Refrigerante. Sabor laranja</i>	3	1,087	1,083
	O dente assumiu coloração amarelada, e a bebida realizou um processo corrosivo, diminuindo a massa do dente.			
5	<i>Sprite</i>	3	0,744	0,735
	O cálcio saiu do dente e ficou no refri, perdendo massa.			

Diante das amostras apresentadas na Tabela 4, podemos observar que a bebida do Grupo 2, ou seja, a água da torneira, foi a única a permanecer com sua massa inicial. Isso deve-se ao fato desta ser considerada a amostra padrão, ou seja, ela não possui ácidos em sua composição química para reagir com a matriz inorgânica da estrutura dental, provocando a desmineralização

Além disso, a mesma tabela mostra também que todas as bebidas possuem caráter ácido, ou seja, seus respectivos pH são baixos, com exceção da água, cujo pH é neutro, assim, de acordo com Sobral et al. (2000), todas as bebidas são classificadas como erosivas (pH = 4,5).

Em relação às massas dos dentes, podemos averiguar que, em alguns casos, houve desgaste, ou seja, os dentes perderam massa, mesmo que em pouca quantidade, após permanecerem imersos nas bebidas durante seis dias, em consequência, principalmente, da ação dos ácidos orgânicos presentes nas amostras utilizadas, como por exemplo, o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) e ácido fosfórico (H_3PO_4).

Para finalizar a parte experimental, os estudantes do Grupo 2 e do Grupo 5 realizaram um rápido teste qualitativo para identificação de cálcio com negro de ericromo, que passou a apresentar coloração violácea na amostra de refrigerante de limão e manteve a sua coloração azul anil na amostra de água, não detectando o metal nas condições de análise. O teste foi realizado apenas com estes dois grupos em virtude das duas soluções serem incolores, facilitando a visualização nas mudanças de cor.

O negro de Ericromo (ErioT) é um tipo de indicador metalocrômico, um composto orgânico colorido que em presença de íons metálicos formam um complexo colorido, cuja cor é diferente da do indicador não complexado. No processo, o negro de ericromo se comporta analogamente aos indicadores ácido-base, pois dependem do pH, assim, na formação do complexo metálico, o Ério T liga-se ao metal pelos dois átomos de oxigênio dos grupos

fenólicos que perdem os hidrogênios e pelo hidrogênio do grupo sulfônico, formando com os íons metálicos, complexos estáveis, passando de azul para violeta (BACCAN et al., 1979).

A aplicação desta oficina permitiu concluir que associar as temáticas “saúde bucal” e “minerais” em uma única oficina temática investigativa, contribuiu para a integração, discussão e envolvimento entre os estudantes, bem como relacionar a Química com a Saúde. Juntos, eles puderam pesquisar a fim de responderem o problema que lhes foi entregue, além de relacionar conteúdos químicos com o processo de erosão dental.

4.5 Oficina temática “Como os minerais são formados?”

De acordo com Santos e Schentzler (1996), o ensino de química tem como função apresentar ao aluno um conceito de Ciência como atividade humana em construção, levando em consideração o papel social da Ciência. Desta forma, a 4ª intervenção tinha por objetivo realizar uma atividade experimental investigativa de forma contextualizada, visando mostrar aos estudantes como os minerais são formados na crosta terrestre e a importância da reciclagem no processo de extração mineral.

Esta oficina teve início através de uma abordagem teórica em relação ao assunto que seria desenvolvido, e posteriormente foi realizada uma atividade experimental investigativa, onde enfatizamos que seria apenas uma analogia em relação a formação dos minerais, pois, para que estes sejam formados na crosta terrestre, fatores naturais são necessários, como a pressão e a temperatura. Também salientamos o quanto a reciclagem é importante, pois gera economia de energia, além de diminuir os impactos acarretados pelo excesso de lixo, tornando-se fonte de renda para diversas famílias.

Para analisarmos as contribuições desta oficina no processo de aprendizagem dos estudantes, utilizamos dois tipos de instrumentos: questionários, sendo um inicial e outro final, e uma planilha destinada ao preenchimento dos resultados obtidos por cada grupo no decorrer da atividade experimental. Para a análise dos dados obtidos a partir dos questionários, categorias foram criadas, conforme as respostas das questões presentes nestes. Já em relação a atividade experimental, analisamos as planilhas com os resultados dos grupos.

4.5.1 Análise do Questionário Inicial

Em relação ao questionário inicial, três categorias foram criadas, conforme apresentadas a seguir.

4.5.1.1 *Minerais como sólidos cristalinos*

Quando questionados sobre o significado de um mineral ser um sólido cristalino, 5 dos 29 sujeitos responderam não saber. Porém, como já havíamos trabalhado um pouco desta parte na 2ª Intervenção (Apresentação), os alunos já tinham uma base sobre o estado físico dos minerais e porque os minerais são sólidos e cristalinos, pois 14 conseguiram relacioná-los com o tipo de ligações que os formam, bem como o retículo cristalino, conforme podemos ver nas falas dos alunos A04 e A16. Os demais, no entanto (10), relacionaram suas respostas com a própria pergunta (A09) ou com as gemas (A25), em consequência da palavra “*cristalinos*” no enunciado da pergunta.

A 04: é um mineral em estado sólido, cujas ligações formam retículos cristalinos.

A09: é um mineral que brilha e é sólido

A16: significa que suas ligações são bem organizadas, formando o sólido.

A25: São os minerais bonitos, que podem ser vendidos, como o ouro e o diamante.

4.5.1.2 *Formação dos minerais*

Em relação a pergunta sobre como os minerais são formados, as subcategorias apresentadas no Gráfico 15 foram criadas, a partir das respostas dos estudantes.

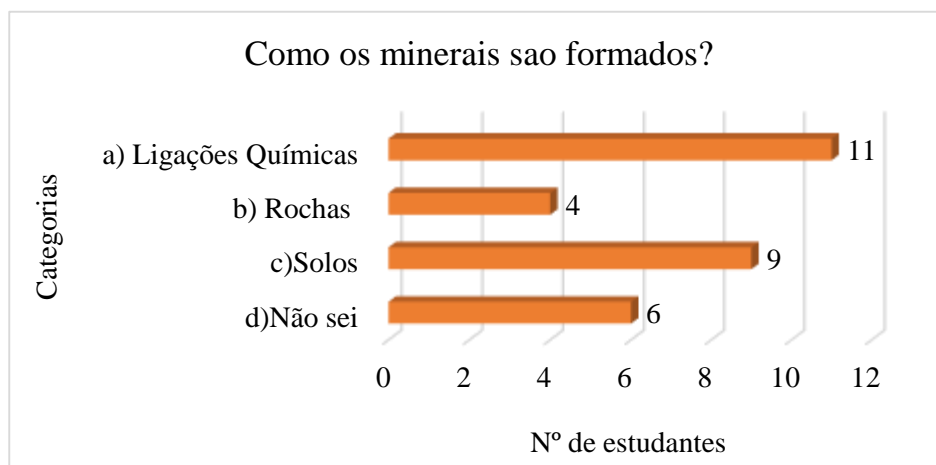


Gráfico 15: Formação dos minerais na perspectiva dos estudantes

Podemos averiguar, através da opção por alguns alunos pelas categorias “**b**” e “**c**”, que os estudantes se confundiram, pois os mesmos apontaram que os minerais são formados pelas rochas e solos, porém, isto não acontece, visto que, são os minerais que formam as rochas, além de estarem presentes na composição química dos solos, devido ao processo de intemperismo. Algumas das respostas encontram-se a seguir:

A02: são formados por partículas presentes no solo.

A13: os minerais são formados quando as rochas se decompõem.

A15: ocorrem quando o solo sofre processos da natureza, como chuvas e ventos, formando os minérios.

No entanto, mesmo que de forma simples, 11 alunos conseguiram relacionar a formação dos minerais com as ligações químicas, a base fundamental para que ocorra a formação de um mineral, conforme podemos ver através da transcrição das seguintes falas:

A01: Através dos processos químicos que ocorrem no interior da terra, oportunizando os átomos a se ligarem.

A08: ocorre quando elementos químicos se juntam, formando os minerais.

4.5.1.3 Relação dos minerais com a reciclagem

A última pergunta do questionário inicial foi destinada a reciclagem, desta forma, os alunos foram questionados se havia ou não relação dos minerais com a reciclagem e de que forma isso poderia acontecer.

Nesse contexto, 15 alunos responderam não saberem se havia, 10 responderam que sim, porém, não souberam justificar suas respostas. Os outros 4 alunos, no entanto, responderam da seguinte forma:

A07: Sim, os equipamentos utilizados no processo da mineração podem ser utilizados novamente.

A13: Sim, na decomposição dos lixos nos lixões, aterros, etc.

A21: Sim, porque eles são utilizados e depois podem ser derretidos e usados novamente, como as latinhas de alumínio.

A24: Sim, reciclar o alumínio. Por exemplo, as latinhas de refri/cerveja, etc.

Através destas quatro respostas, percebemos que poucos alunos sabiam da relação existente entre os minerais e a reciclagem, e além disso, todos seguiram diferentes direções para fazerem a relação, como podemos ver com o aluno A07, o qual considerou que os equipamentos utilizados no processo de extração dos minerais deveriam ser reciclados. Já o aluno A13, apresenta uma relação confusa, confundindo contaminação com reciclagem em virtude dos minerais serem jogados fora nos aterros sanitários, retornando a crosta terrestre através da sua decomposição.

Quanto as duas últimas falas, ambos os estudantes levaram em consideração a reciclagem do alumínio por meio das latinhas de bebidas, sendo este, o foco principal desta Intervenção.

4.5.2 Análise do procedimento experimental

Para a realização da atividade experimental, cada grupo recebeu um *kit*, contendo, entre outros itens, ácido sulfúrico, cujas concentrações variaram de grupo para grupo e um procedimento impresso para ser preenchido, o qual continha espaços para os grupos colocarem suas observações durante cada etapa do experimento, sendo esta, uma forma

bastante rica para avaliarmos o que haviam observado. Analisaremos os resultados obtidos em cada etapa, de acordo com cada grupo e, posteriormente faremos uma análise geral. As etapas realizadas nos procedimentos experimentais utilizados encontram-se descritos a seguir. O procedimento descrito nas etapas a seguir é geral, considerando somente o ácido sulfúrico com concentração 9 M.

Etapa 1:

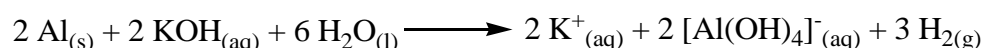
- **Colocar** 1,5 g de alumínio em um béquer de 250 mL e adicionar 50 mL de solução $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ 1,4 M.

- **Colocar** o béquer sobre uma chapa de aquecimento para _____ a velocidade da reação. (Aumentar ou diminuir).

- **Manter** em aquecimento até que o alumínio se dissolva.

- **Filtrar** e guardar o filtrado:

 Reação 1:



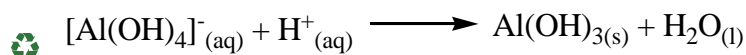
O que vocês observaram nessa etapa?

Etapa 2:

- **Transferir** o filtrado para um béquer de 250 mL e em banho de gelo, adicionar lentamente 20 mL de H_2SO_4 9 M (1:1).

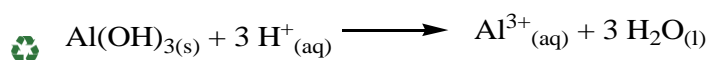
Aparecerá um _____ de cor _____, o qual será o $\text{Al}(\text{OH})_3$.
(Precipitado, gás) (cinza, amarelo, branco)

Reação 2: Adição de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ao filtrado:



- **Adicionar** gota a gota, excesso de H_2SO_4 até desaparecimento do precipitado;

Reação 3: Adição de excesso de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, sob agitação



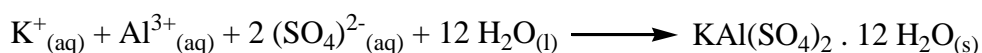
- **Aquecer** até desaparecimento do resíduo sólido;

O que vocês observaram nessa etapa?

Etapa 3:

- **Filtrar** novamente e colocar o filtrado em banho de gelo, deixando-o até a formação de cristais!

Reação 4: Reação final: Obtenção do produto iônico alúmen de potássio e alumínio (KAl(SO₄)₂ · 12H₂O).



4.5.2.1 Resultados das etapas do experimento do Grupo 1

Para a realização da parte experimental, o grupo 1 recebeu o *kit* o qual continha ácido sulfúrico com a maior concentração, ou seja, 9 M, sendo este manipulado com a ajuda da laboratorista de Química da escola e pela própria pesquisadora. O resultado da experimentação apresentado pelos estudantes deste grupo, estão descritos a seguir:

Etapa 1:

“Ao procurarmos respostas para ver se a velocidade da reação iria aumentar ou diminuir com a chapa quente, descobrimos que isso também acontece nas nossas casas quando fazemos comida, pois fervemos os alimentos e isso quer dizer que estamos aumentando a velocidade da reação para nos alimentar mais rápido. Isso acontece porque quando a temperatura aumenta, as moléculas vão se bater mais rápido também, e a reação será mais rápida.

Depois disso, observamos que quando a temperatura do líquido no béquer aumentou, passou a deixar de ser incolor, porque o papel alumínio começou a perder a cor dele e diminuir de tamanho, até que não tivesse mais nada dele no béquer.”

Etapa 2:

“Depois de filtrado, colocamos o líquido que sobrou dentro da bacia com gelo, e precisamos colocar gota por gota 20 ml de ácido sulfúrico, que tem concentração

9M. Quando íamos pingando, o ácido sulfúrico começou a reagir com o produto anterior, e ia formando sólidos de cor branca, que de acordo com a reação, 3 novos produtos foram formados, 2 moléculas de hidróxido de alumínio, uma molécula de sulfato de potássio e 6 moléculas de água.

Porém, precisamos colocar bastante ácido sulfúrico, e quando fomos colocando mais, e agitando com o bastão, o precipitado foi ficando mais solúvel, e não mais tão grande como estava no início. Quando acabamos de colocar todo o ácido, a nossa reação parou, pois daí ele reagiu com o hidróxido, formando um sal, que é o sulfato de alumínio e 6 moléculas de água.

Para terminar, colocamos para aquecer por cerca de 4 minutos, e novamente filtramos. Depois disso colocamos de novo no gelo, e uns minutinhos que ficou parado, começamos ver uns brilhos bem minúsculos no fundo, que deve ser os cristais. Amanhã precisamos vir no laboratório, tirar ele do gelo e deixar até a semana que vem parado.”

Etapa 3:

“Depois de deixar um dia todo no gelo, deixamos o líquido até ontem no béquer, ou seja, uma semana depois formando os minerais, que ficaram bem grandes. Depois filtramos e deixamos no filtro para secar.

Já hoje, comparando com os outros grupos, vimos que nossos cristais foram os maiores de todos, e descobrimos que isso aconteceu porque as concentrações que os outros grupos usaram eram menores. Assim concluímos que quanto maior a concentração do ácido sulfúrico, mais íons hidrogênio vai ter e assim, mais minerais serão formados. Além disso, nosso mineral cresceu até ter espaço suficiente dentro do vidro, assim como os minerais na crosta terrestre.”

Os cristais obtidos pelo Grupo 1 podem ser vistos na Figura 33:



Figura 33: Cristais formados no experimento do Grupo 1

4.5.2.2 Resultados das etapas do experimento do Grupo 2

O kit do grupo 2 continha ácido sulfúrico com concentração igual a 6 M, e assim como o primeiro, contaram com a ajuda da laboratorista de Química e da própria pesquisadora para seu manuseio. Os resultados de cada s etapa da experimentação realizada pelos estudantes deste grupo, estão descritos a seguir:

Etapa 1:

“Logo após misturar o papel alumínio com o KOH e colocarmos para ferver, a reação ficou mais rápida, pois suas partículas começaram a se agitar mais depressa. Observamos também o que o papel alumínio se desmanchou, ficando apenas uns fiapos de plástico, que achamos ser do papel alumínio.”

Etapa 2:

“Ao nosso filtrado, primeiro colocamos ele em um béquer e depois na bacia com gelo. Aos poucos, com a pipeta, acrescentamos 20 ml de H_2SO_4 6 M. Passamos a ter agora um precipitado branco sujo, que parece algodão. Depois de bastante agitar e por todo o ácido, o nosso precipitado foi ficando mais líquido e daí aquecemos ele e filtramos. Por último, mais uma vez colocamos no gelo, formando em instantes os primeiros cristais, que pareciam açúcar.”

Etapa 3: Este grupo não descreveu esta etapa

Os cristais obtidos pelo Grupo 2 podem ser vistos na Figura 34.



Figura 34: Cristais formados no experimento do Grupo

4.5.2.3 Resultados das etapas do experimento do Grupo 3

A concentração de ácido sulfúrico presente no *kit* do grupo 2 era igual a 4 M. O resultado obtido por este grupo, está transcrito a seguir:

Etapa 1:

“Depois de misturarmos o papel picado com a solução de hidróxido de potássio, tivemos que colocar para aquecer, porém, não sabíamos para que isso deveria ser feito. Como a senhora disse pra pesquisarmos, descobrimos que essa etapa do aquecimento deve ser feita para que as partículas das moléculas fiquem se agitando mais rápido, e quanto maior for essa agitação, mais depressa a reação acaba. Nossa reação esquentando durou 8 minutos, até não termos mais papel alumínio inteiro. Depois, esperamos esfriar um pouco e filtramos, e o mais interessante foi que o líquido voltou a ficar incolor, pois a parte escura que veio do alumínio ficou no papel filtro. Conforme a reação mostrada, no nosso líquido que voltou a ser transparente temos como produto o $K[Al(OH)_4]$ e também vimos que liberava umas bolhas que eram o $3/2 H_2$.”

Etapa 2:

“Filtramos e recolhemos a parte líquida, colocando-a no gelo. Ainda na bacia do gelo, fomos acrescentando ácido com concentração 4 molar. Como o ácido sulfúrico é ácido e no nosso béquer temos hidróxidos ligados ao alumínio, vai acontecer a regra do x, pois os OH, que são negativos vão querer se ligar os H do ácido, que são positivos, formando água, e o Al que é positivo, com o SO_4 que é negativo, formando o produto, o $Al_2(SO_4)_3$, um sólido branco. No final, aquecemos, filtramos, e colocamos mais uma vez no gelo, que ficará até a hora de irmos embora de tarde. Depois vamos tirar do gelo e deixar até a outra semana para formar bem os cristais.

Etapa 3:

“Após retirarmos do gelo e deixar os minerais sendo formados por um semana toda, ontem filtramos e notamos que muitos grãos foram formados, mas eles era bem pequenos, como açúcar cristal. Esses grãos na verdade são sintéticos, pois reproduzimos um mineral a partir do papel alumínio. Essa reciclagem é muito importante para a natureza, pois evita que mais bauxita seja retirada da terra. Hoje descobrimos que na verdade não erramos a parte experimental como pensamos, porque nossos minerais não tinham ficado bonitos como dos outros e isso aconteceu porque as concentrações eram diferentes. Como a resposta não foi dada pela professora, tivemos que descobrir com os outros grupos o porquê disso acontecer e concluímos que na verdade a concentração é muito importante, pois quanto maior ela for, mais bonitos os minerais ficam, e se é baixa as vezes nem se formam.”

Os cristais obtidos no experimento feito pelo Grupo 3 podem ser observados através da Figura 35:

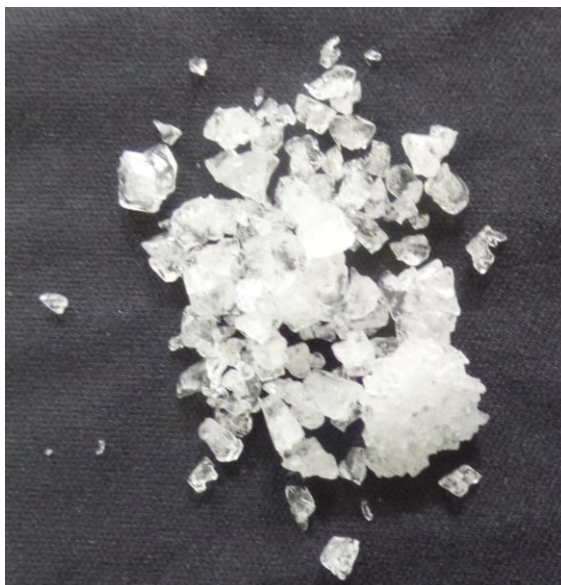


Figura 35: Cristais formados no experimento do Grupo 3

4.5.2.4 Resultados das etapas do experimento do Grupo 4

O *kit* deste grupo possuía ácido sulfúrico cuja concentração era de 2 M, e os alunos fizeram as seguintes observações:

Etapa 1:

“logo depois que colocamos na chapa o hidróxido com os recortes do alumínio, notamos que o líquido começou a escurecer. Acreditamos que seja por causa da cor prata do papel, porque no final sobrou apenas uns pedaços de plástico misturados com o líquido. Quando filtramos novamente ficou incolor, por causa que toda a cor do alumínio ficou presa no filtro e era isso que dava cor escura antes.”

Etapa 2:

“Quando filtramos, ficamos com um líquido transparente, depois colocamos no banho de gelo, e começamos a pingar ácido, com concentração 2M, e com isso, a transparência do líquido foi diminuindo, parecendo leite talhado, pois tinha umas partes de sólido, que é o $Al_2(SO_4)_3$. Depois repetimos a filtração, e de novo colocamos no gelo.”

Etapa 3:

“Depois que filtramos e deixamos sair a água, tentamos ver onde que erramos, pois conseguimos fazer apenas um pó sem graça praticamente e acabamos descobrindo que as concentrações do ácido sulfúrico eram diferentes de um grupo para outro, uns a concentração era grande e outros pequenas. Pegamos uma das concentrações menores, por isso que os cristais não foram bem formados, pois nossa solução ultrapassou muito pouco o coeficiente de solubilidade.”

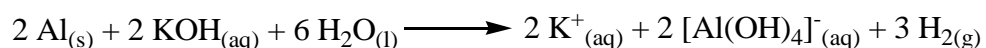
Os cristais obtidos pelo Grupo 4 podem ser vistos através da Figura 36:



Figura 36: Cristais formados no experimento do Grupo 4

4.5.3 Análise geral dos resultados obtidos a partir do procedimento experimental.

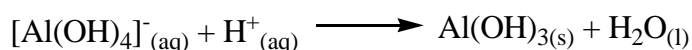
Conforme mostrado anteriormente, o procedimento experimental era composto por 3 etapas, as quais cada grupo deveria descrever o que acontecia e fazer suas anotações. Desta forma, para a realização da primeira etapa entregamos a cada um dos grupos, 5 gramas de tampas metálicas de achocolatado em pó picadas, e estes deveriam colocar para reagir com hidróxido de potássio (KOH) sob aquecimento, a reação que ocorre é apresentada no Esquema 13:



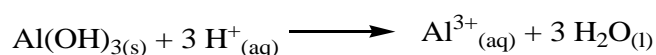
Esquema 13: Reação entre o alumínio e o hidróxido de sódio

Com as considerações feitas pelos grupos para esta etapa, podemos observar que, através da pesquisa feita em artigos, os grupos 1, 2 e 3 conseguiram concluir que o aquecimento tinha por finalidade aumentar a velocidade e fornecer energia para que ocorresse a reação. Já o grupo 4 deu um enfoque maior em relação à coloração escura da solução após o aquecimento, mas, após ser filtrada voltou a ser incolor, pois todas os resíduos ficaram no papel filtro.

Em relação a segunda etapa, posteriormente à filtração, os grupos deveriam adicionar, sob banho de gelo, ácido sulfúrico gota a gota, até ficar em excesso. O diferencial, no entanto, ocorre nesta parte do procedimento experimental, pois as concentrações variavam de grupo para grupo. Porém, os estudantes só poderiam saber dos possíveis resultados uma semana após a realização desta atividade. Os Esquemas 14 e 15 apresentam as reações que ocorreram nesta etapa.



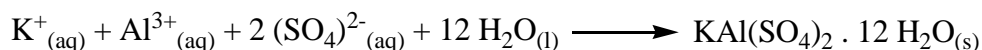
Esquema 14: Reação entre o tetra hidróxido de alumínio e o ácido sulfúrico, cujo produto é um precipitado



Esquema 15: Reação entre o hidróxido de alumínio e o ácido sulfúrico, dissolvendo precipitado.

Os grupos relataram o que haviam observado ao adicionarem ácido sulfúrico, e os primeiros indícios de cristais que foram sendo formados.

Em relação a etapa 3, ou seja, formação do composto iônico alúmen de potássio e alumínio ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), cuja reação está representada no Esquema 16, acreditamos que, de acordo com as respostas obtidas, os grupos conseguiram concluir que quanto maior a concentração do ácido, maior os cristais obtidos. Além disso, as respostas nos mostram também que os grupos 3 e 4, conseguiram perceber que não haviam errado durante o procedimento, mas que não obtiveram cristais maiores por causa da concentração do ácido sulfúrico que utilizaram.



Esquema 16: Reação de formação do produto final

4.5.3 Análise do Questionário Final

Com o intuito de verificarmos a aprendizagem construída a partir desta oficina temática, um questionário final foi entregue a cada um dos sujeitos desta pesquisa. As categorias foram formadas de acordo com as questões presentes no decorrer do questionário final (Apêndice 8).

4.5.3.1 Primeira Questão

A primeira questão deste questionário era composta por alternativas, as quais os estudantes deveriam marcar como verdadeiras ou falsas, justificando as alternativas falsas. As alternativas são:

- a) “Os minerais são formados na crosta terrestre a partir do processo de cristalização, ou seja, através do crescimento de um sólido com uma determinada composição química.”

Quanto ao primeiro questionamento desta questão, 22 estudantes marcaram como verdadeira. Dentre os demais, 2 deixaram em branco e 5 se confundiram, respondendo ser falsa, como podemos verificar através das seguintes justificativas:

A14: Está falsa nem todos minerais são formados na crosta terrestre, podemos também produzir, como realizamos na aula.

A26: Não está correto porque com a reciclagem podemos ter minerais também.

Podemos perceber através destas falas que alguns estudantes, a partir da atividade experimental realizada, passaram a acreditar que os minerais também podem ser formados sinteticamente, como por exemplo, a partir da reciclagem do alumínio.

- b) “Uma substância é sólida devido à proximidade entre seus átomos e/ou moléculas que a constituem, não apresentando forma fixa, por isso que depende do tamanho e da forma do recipiente em que está inserido.”

Com as respostas obtidas através deste questionamento, podemos notar um certo grau de afinidade dos estudantes em relação a alguns conceitos químicos relacionados aos minerais, pois 26 marcaram corretamente a alternativa, ou seja, a marcaram como falsa, justificando que os minerais possuem forma fixa, e apenas três responderam como verdadeira.

- c) “Na mineralogia, todos os minerais devem ser substâncias sólidas, com exceção do mercúrio, um mineral encontrado em condições ambientes na forma líquida.”

Quanto a terceira alternativa, 27 sujeitos conseguiram responder corretamente a questão, marcando ser verdadeira, ou seja, todos os minerais são sólidos, com exceção do mercúrio. Os outros 2 que marcaram como falsa justificando que o mercúrio, por ser líquido, não pode ser considerado um mineral.

- d) “Durante o processo de formação dos minerais, ou seja, de cristalização, os minerais crescem até que haja espaço e líquido suficiente para o seu desenvolvimento.”

Nesta, todos os sujeitos marcaram como verdadeira, ou seja, podemos perceber aqui que os estudantes conseguiram compreender uma das formas de como os minerais podem ser formados na crosta terrestre.

- e) “Os minerais são formados naturalmente por processos geológicos e também produzidos sinteticamente.”

Neste questionamento, apenas 3 estudantes marcaram como verdadeira e os demais como falsas, justificando que os minerais são formados apenas por processos geológicos.

- f) “Os minerais são cristalinos porque seus átomos são organizados em um arranjo tridimensional ordenado, produzindo retículos cristalinos, onde cada átomo ocupa uma posição bem definida.”

Para esta afirmativa, 23 estudantes a marcaram como verdadeira, 2 a deixaram em branco, e 4 responderam ser falsa. Porém, dentre os que responderam ser falsa, apenas um justificou, dizendo que os minerais não são cristalinos.

Contudo, levando em consideração todas as alternativas presentes na Questão 1, e que nelas alguns tópicos tinham sido trabalhados nas intervenções anteriores, podemos perceber o quanto os estudantes já estavam familiarizados com os conteúdos que vinham sendo desenvolvidos no decorrer das aplicações. Ou seja, a partir da análise das respostas dos estudantes observamos que a maioria possui já um conhecimento construído a respeito do assunto.

4.5.3.2 Segunda Questão

Considerando a parte experimental e o processo de formação dos minerais, perguntamos aos estudantes como os minerais são formados. Dos 29 estudantes participantes, 2 estudantes deixaram em branco esta questão. Analisando as respostas, duas categorias foram criadas: cristalização e solidificação.

Em relação a categoria cristalização, 22 estudantes mencionaram nas suas respostas que os minerais são formados a partir deste processo, conforme podemos observar através das seguintes falas:

A07: Os minerais são formados pela cristalização, eles começam a crescer porque na solução que fica na crosta terrestre vai ter uma composição química, daí os elementos químicos começam a se ligar, formando os sólidos, ou seja, os elementos químicos que estão se ligando começam a precipitar, fazendo o mineral crescer.

A15: Os elementos químicos começam a reagir dentro de uma solução que está saturada, ou seja, tem bastante soluto e que está presente na crosta terrestre, e com o passar do tempo, os sólidos vão sendo formados por meio da cristalização dos minerais.

Quanto a categoria solidificação, 5 estudantes responderam que os minerais são formados por meio da solidificados, conforme o relato a seguir:

A19: a formação dos minerais ocorre quando um líquido é solidificado, pois passam do estado líquido para o sólido.

A20: Para ter minerais, os mesmos precisam de uma solução líquida, que é principalmente água, para serem então solidificados.

A24: os minerais são solidificados, porque precisam mudar de fase.

Através desta pergunta, podemos perceber que em relação à formação dos minerais, ficaram algumas dúvidas, pois no momento em que estavam preenchendo o questionário, os estudantes sentiram dificuldade de descreverem aquilo que haviam realizado experimentalmente.

Porém, como a turma era de 1º ano, alguns conceitos de físico-química tiveram de ser previamente desenvolvidos, como por exemplo, explicar o que é uma solução, e quando estas são saturadas. Desta forma, acreditamos que isto possa ter um pouco de confusão também em consequência do excesso de informações novas, mas, isso não os impossibilitou de resolver, pelo contrário, eles conseguiram realizar a atividade e compreender, mesmo que de forma simples, os conceitos científicos envolvidos.

4.5.3.3 Terceira Questão

Quando questionados sobre a relação dos minerais com a reciclagem, podemos perceber que praticamente todos os estudantes conseguiram entender a atividade realizada, visto que, 28 sujeitos dos 29, relataram haver relação sim, e todos estes relacionaram com os benefícios à natureza, conforme podemos ver através das seguintes falas dos sujeitos:

A05: Há relação sim, é através da reciclagem, como das latinhas, que a natureza acaba se beneficiando, pois com a reciclagem, os minerais não precisam ser extraídos da crosta, não gastando tanta energia.

A14: a reciclagem está sim relacionada com os minerais. Por meio da reciclagem do alumínio que realizamos podemos ver o quanto este processo é importante, por evitamos a retirada da bauxita da natureza e também não acumulamos tanto lixo, ajudando em vários aspectos a natureza.

4.5.3.4 Quarta Questão

Esta questão estava relacionada com o gosto dos alunos participantes pela atividade desenvolvida. Neste contexto, o Gráfico 16 mostra a opinião dos sujeitos em relação a oficina que havia sido realizada.

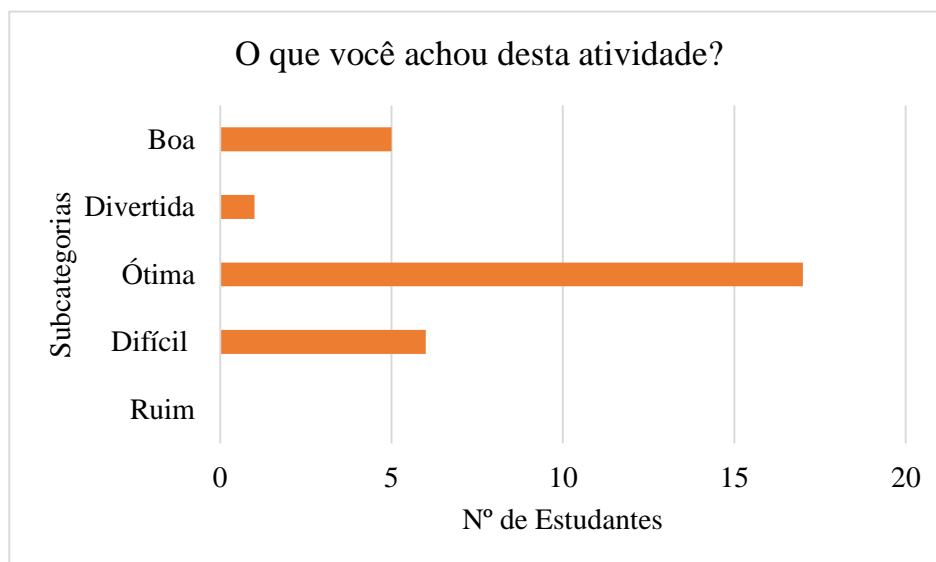


Gráfico 16: Opinião dos sujeitos em relação à atividade

Podemos notar através deste gráfico que a maioria dos estudantes gostaram bastante da atividade proposta, porém, 6 marcaram achar difícil, e isso realmente foi notado, até mesmo por um maior número de sujeitos.

A dificuldade maior se deu por causa da abstração da atividade experimental, pois vários alunos não conseguiram entender como que de uma solução um sólido era formado, sendo necessário várias explicações mostrando as reações que foram acontecendo, e salientando que na verdade o líquido que eles deixaram em repouso no gelo era formado por substâncias químicas, as quais reagiram entre si, passando a ocorrer uma precipitação, formando o produto final que eles visualizaram.

4.6 Estudo de casos – Interdisciplinar Geografia/Química

Esta intervenção foi realizada interdisciplinarmente, juntamente com a professora de Geografia da escola e a metodologia aqui utilizada baseou-se no Método de Múltiplos Casos, descritos por Sá e Queiroz (2009), onde vários casos curtos são distribuídos aos estudantes para que estes os resolvam, visando desenvolver diversas habilidades e competências nos estudantes, como a tomada de decisão, interpretação textual, resolução de problemas e caráter investigativo.

Este método oportuniza os estudantes a construírem o seu próprio conhecimento, mediante a ajuda do professor, o qual passa a ter papel coadjuvante, e não mais central durante o processo, pois este passa a ser um articulador e incentivador na busca da aprendizagem dos seus alunos.

Os estudos de casos construídos através desta pesquisa e desenvolvidos com os estudantes, visou estimular-los a argumentarem sobre as questões socioambientais apresentadas a partir do tema “minerais”, pois permitiram a construção do conhecimento através da pesquisa realizada pelos próprios estudantes, bem como a leitura, desenvolvimento textual e uma atividade prática.

Ao todo, três casos foram elaborados na forma de carta digitalizada, sendo estes intitulados como: “O lago azul”, “O cobre e o meio ambiente” e a “**A mineração no Rio Grande do Sul**”. Para a resolução destes, a turma foi dividida em 4 grupos, os quais deveriam produzir uma resposta, em formato de carta, para os problemas a eles apresentados.

A Tabela 5 mostra os participantes de cada grupo e o estudo de caso que cada um deveria resolver.

Tabela 5: Componentes e casos de cada grupo

Grupo	Componentes	Caso
1	A17, A19, A20, A21, A22, A23, A24,	O cobre e o meio ambiente
2	A09, A10, A11, A12, A13, A14, A15,	O lago azul
3	A01, A03, A04, A05, A06, A07, A08	A mineração no Rio Grande do Sul
4	A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31	A mineração no Rio Grande do Sul

Para que cada caso pudesse ser solucionado, os grupos tiveram que passar por três etapas: identificação, definição e solução do problema (SÁ e QUEIROZ, 2009). Assim,

podemos constatar que através dos dados obtidos e da observação realizada no decorrer da atividade, que os grupos conseguiram atingir estas etapas, visto que todos construíram soluções para cada um dos três casos distribuídos.

Para a entrega dos casos, houve a realização de um sorteio contendo 6 casos, elaborados pela pesquisadora, sendo duas cartas para cada caso confeccionado, bem como foi disponibilizado material para pesquisa. A seguir serão apresentados os casos e discutidos os resultados e as possíveis soluções propostas pelos grupos.

4.6.1 Estudo de caso 1: O cobre e o meio ambiente

Minas do Camaquã, 26 de setembro de 2014

Aos alunos do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria

Bom dia,

Me chamo Linus e moro na cidade de Caçapava do Sul – RS. Como as Minas do Camaquã será reativada, estou trabalhando a pouco tempo no local, porém, já estou com um sério problema. Meu chefe, o senhor Josefino Minério, é muito preocupado com a responsabilidade ambiental e, por isso, lançou um desafio para aprendermos mais sobre os devidos cuidados que devemos ter com a extração de cobre, bem como a restauração do solo após a extração deste mineral.

Nunca gostei de estudar Química e hoje vejo como é importante ter um pouco de conhecimento. Fiquei sabendo através de uns amigos que a turma do 1º ano da Eletrotécnica do CTISM sabe muita coisa sobre esta matéria. Assim, estou pedindo a ajuda de vocês na resolução do seguinte problema: Como posso fazer para diminuir os danos ocasionados pela extração do cobre na natureza? E como posso tratar do solo contaminado por cobre?

Tenho certeza que me ajudarão a solucionar este problema. Aguardo o retorno o mais breve possível.

Desde já agradeço a colaboração.

Atenciosamente,

Linus Pauling

E agora? O que vocês fariam para ajudar o senhor Linus Pauling a resolver este problema?

4.6.1.1 Resultados do caso 1

O cobre é utilizado em diversos setores industriais, gerando diversos impactos ambientais decorrentes da extração deste minério, como a poluição das águas, ar e solo. Nesse sentido, buscamos desenvolver este estudo de caso com o intuito de chamar a atenção dos estudantes, que, além de ajudar no desenvolvimento econômico, também contribuem, e muito, com diversos danos ocasionados ao meio ambiente.

Além dos tratamentos das águas e uma maior arborização dos locais de mineração, uma das alternativas para diminuir os impactos da mineração do cobre ocorre através da absorção deste mineral pelas minhocas, atenuando a concentração deste metal por meio da vermi-compostagem (RIBEIRO et al., 2012). Logo, o problema que deveria ser solucionado pelos estudantes era encontrarem uma solução para diminuir as consequências da extração do cobre na natureza.

A Figura 37 mostra a carta resposta elaborada pelos estudantes com a possível solução para o problema.

Conforme a resposta (Figura 40) do caso disponibilizado a este grupo, podemos verificar que os alunos buscaram referências nos materiais fornecidos, como artigos científicos, notícias e livros, pois apresentaram detalhes a respeito das possíveis diminuições da contaminação do solo com cobre.

E agora?

O que vocês fariam para ajudar o senhor Linus Pauling a resolver este problema?

Senhor Linus Pauling, há uma solução simples para o seu problema. Para recuperar o solo da extração de cobre a mão apenas uma solução, mas várias.

Dois indicadores ambientais, um deles sendo o desmatamento e as condições do meio ambiente foi mostrado que os municípios que praticavam a mineração de cobre tinham maior taxa de desmatamento, então uma das soluções seria, minimizar os impactos das lavras minerais e a recuperação das áreas sujeitas a desmonte a retenção e tratamento das águas decorrência e de drenagem.

Outra maneira de tratar o solo contaminado é o uso da vermicompostagem, onde as minhocas fazem a decomposição de resíduos orgânicos. A adição de 2,5 gramas de vermicomposto em 4,5 gramas de solo foi capaz de retirar 100% das espécies metálicas

Figura 37: Resposta apresentada pelo Grupo 1

4.6.2 Estudo de caso 2: O lago azul

Minas do Camaquã, 26 de setembro de 2014

Aos alunos do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria

Bom dia,

Me chamo Solange, sou moradora de Foz do Iguaçu e professora de Química do Colégio Técnico Industrial aqui da cidade. Uma noite dessas, vi em uma página da internet uma propaganda referente As Minas do Camaquã e ao visualizar algumas fotos, me deparei com um lago azul belíssimo.

Devido à distância, não consigo realizar uma visita ao local para descobrir porque o lago possui essa coloração, e eu gostaria muito de fazer um trabalho para os meus alunos referente ao assunto. Por isso, estou entrando em contato com vocês, alunos do 1º ano da Eletrotécnica do CTISM, para irem até o local e averiguarem as possíveis causas deste fenômeno, ou seja, o que ocorre quimicamente no lago. Será que há alguma relação com a mineração do local?

Tenho certeza que me ajudarão nesta minha dúvida.

Aguardo o retorno o mais breve possível.

Desde já agradeço a colaboração.

Atenciosamente,

Solange Durand

E agora?

O que vocês fariam para ajudar a senhora Solange a resolver este problema?

4.6.2.1 Resultados do caso 2

As minas do Camaquã, localizada no município de Caçapava do Sul, na região da Campanha, zona do Pampa no Rio Grande do Sul, é um lugar com muita história, devido a formação das vilas operárias dos povos que colonizaram a cidade, em virtude da atividade de mineração de cobre, a qual durou 130 anos (SILVA, 2008).

A fim de mostrar aos estudantes um pouco da história da mineração no Rio Grande do Sul, bem como a Química presente neste processo, o grupo 2 deveria buscar averiguar os motivos que levam a água do lago presente dentro das Minas de Camaquã ser azul.

A Figura 38 mostra a resposta elaborada pelos integrantes deste grupo.

E agora?

O que vocês fariam para ajudar a senhora Solange a resolver este problema?

Olá Dona Solange,
 Pesquisamos a fundo e que a Senhora nos indagou e chegamos à seguinte conclusão: primeiramente, cabe-nos dizer que o lago adquire essa coloração devido a presença de sulfato de cobre junto à água. Originalmente, o cobre tem coloração acinzentada, mas quando combinado ao sulfato, que está presente no solo ao fundo do lago, assume a coloração azulada que a Senhora tanto gostou.
 O elemento em questão viaumente é encontrado em abundância na região das Minas, onde está localizado o lago. Com o processo de mineralização e dos agentes externos (chuvas, ventos, etc.), o cobre foi levado para o lago.
 Além das diferentes colorações que assume, ele possui número atômico 29, massa molar igual a $63,546 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, seu ponto de fusão é 1358 K e é solúvel em água (sulfato de cobre).
 Esperamos ter ajudado.
 Atenciosamente, alunos da 411.

Figura 38: Resposta apresentada pelo Grupo 2

Através da elaboração da resposta apresentada pelo grupo, posterior a pesquisa realizada, podemos observar que os mesmos conseguiram resolver o problema que a eles foi entregue, pois a mesma está correta. A Figura 39 mostra o lago em questão.



Figura 39: Lago de coloração azulada situado nas Minas do Camaquã

4.6.3 Estudo de caso 3: A mineração no Rio Grande do Sul

Este caso qual foi solucionado por dois grupos, estava relacionado com a elaboração de mapas envolvendo os principais minerais extraídos no Rio Grande do Sul, visando desenvolver algumas habilidades mais direcionadas a área da Geografia, como pesquisas em mapas e atlas, e elaboração de legendas e leituras de mapas.

O problema apresentado no mapa presente no caso, baseava-se em mostrar os principais recursos de mineração de cada região do estado, transcrevendo os dados que obtiveram para o mapa, além de elaborarem uma legenda, para o melhor entendimento de suas respostas. O estudo em questão apresenta-se a seguir.

Minas do Camaquã, 26 de setembro de 2014

Aos alunos do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria

Bom dia,

Me chamo João e trabalho como guia de turismo aqui em Caçapava do Sul, mostrando as Minas do Camaquã para os visitantes. Estou entrando em contato, pois estou com um sério

problema. O Dono das Minas, o senhor Josefino Minério, quer que eu aprenda um pouco mais sobre a mineração do Rio Grande do Sul.

O problema é que nunca gostei de estudar Geografia, e soube que os alunos da turma do 1º ano da Eletrotécnica do CTISM têm muito conhecimento sobre mineração, por isso, estou pedindo a ajuda de vocês para resolver o seguinte problema: Montar um mapa, mostrando os principais recursos de mineração em cada região do estado.

Tenho certeza que me ajudarão a solucionar este problema. Aguardo retorno o mais breve possível.

Desde já agradeço a colaboração.

Atenciosamente,

João Pedro Einstein

4.6.3.1 Solução do grupo 3

O grupo 3 desenhou o seguinte mapa, com suas respectivas legendas e dados sobre o mesmo, conforme podemos observar através das Figuras 40 e 41.

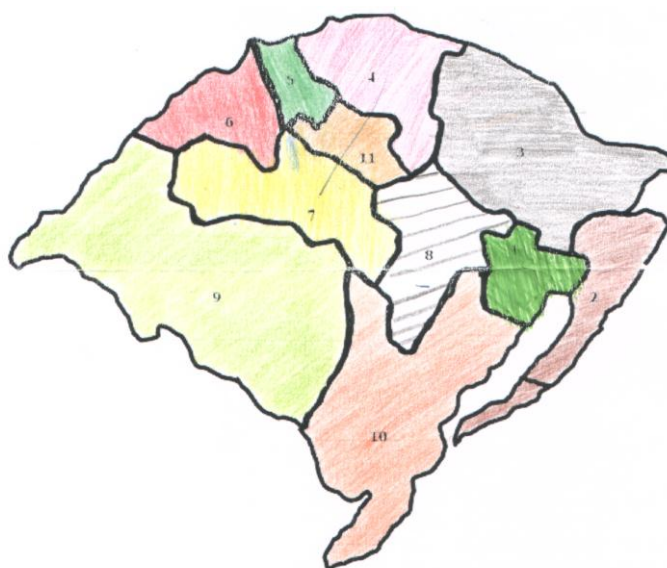


Figura 40: Mapa desenhado pelos estudantes do grupo 3












<u>Legendas:</u>	
	Região 1: Rochas ornamentais, argila, titânio, corróio Principais minerais extraídos:
	Região 2: Folhelho Pirbetumimense, Titânio, Turfa Principais minerais extraídos:
	Região 3: Gemas, Cristal de rocha, urânio, emidrita Principais minerais extraídos:
	Região 4: Ametista, Jasper, Selenita, Protimnos, Agata Principais minerais extraídos: Cristal de rocha
	Região 5: Cristal de rocha, Jasper Principais minerais extraídos:
	Região 6: Cristal de rocha Principais minerais extraídos:
	Região 7: Agata, Ametista, Vanalina, cristal de rocha, e Ônix, medusa fossil, Calcedônia, Xilbeto Principais minerais extraídos:
	Região 8: Argila, Caulim, Corróio, Rochas ornamentais, Gemas, Cobre, Zeólita Principais minerais extraídos::
	Região 9: Folhelho Pirbetumimense, Ônix, Calcário, Gemas, Ouro, Cobre Principais minerais extraídos:
	Região 10: Turfa, Calcário, Rocha ornamental, Argila, resplandito Principais minerais extraídos: polissomatia
	Região 11: Gemas Principais minerais extraídos:

Figura 41: Legendas elaboradas pelos estudantes do grupo 3.

4.6.3.2 Solução grupo 4

O grupo 4 desenhou o seguinte mapa, com suas respectivas legendas e dados sobre o mesmo, conforme podemos observar através das Figuras 42 e 43.



Figura 42: Mapa desenhado pelos estudantes do grupo 4.

Através das soluções descritas pelos grupos para os casos apresentados, podemos notar que todos conseguiram chegar a uma solução, mesmo apresentando um pouco de dificuldade em relação a atividade. Todavia, acreditamos que, através dos indícios de aprendizagem apresentados pelos estudantes, os mesmos conseguiram desenvolver sozinhos as atividades, apenas com as considerações e direcionamentos de ambas as professoras presentes em sala de aula.

Portanto a utilização de estudo de casos como estratégia metodológica foi bem sucedida, visto que os estudantes pesquisaram, trabalharam em grupo, refletiram sobre o caso, estimulando o raciocínio e chegaram a soluções, foram agentes da construção do seu próprio conhecimento.












<u>Legendas:</u>	
	Região 1: Principais minerais extraídos: estanho, prata, lítio
	Região 2: Principais minerais extraídos: carvão, titânio
	Região 3: Principais minerais extraídos: carvão, ametista
	Região 4: Principais minerais extraídos: ametista, selenita, ágata, cristal-de-rosa
	Região 5: Principais minerais extraídos: cristal-de-rosa
	Região 6: Principais minerais extraídos:
	Região 7: Principais minerais extraídos: ágata, madeira fóssil
	Região 8: Principais minerais extraídos: Quartzos, lítio, ágata, cristal-de-rosa (rosa), selenita, calcita, zinco, caulim
	Região 9: Principais minerais extraídos: ouro, chumbo, carvão, feldspato peraluminoso
	Região 10: Principais minerais extraídos: calcário, cobre, ouro, turfa, rocha ornamenta- tal
	Região 11: Principais minerais extraídos: cristal-de-rosa

Figura 43: Legendas desenvolvidas pelos estudantes do grupo 4

4.7 Encerramento

Para finalizar a aplicação da pesquisa, um questionário (Apêndice 9) foi aplicado com o propósito de avaliarmos as estratégias realizadas com a turma. Além disso, buscamos também, avaliar se houve ou não mudança das concepções dos estudantes em relação aos objetivos da realização de atividades práticas/experimentais no ensino de Química, na concepção dos mesmos.

Este questionário foi dividido em duas partes, sendo a primeira contendo 5 questões abertas e 1 objetiva, destinadas a rever o perfil dos estudantes sobre a disciplina de Química, bem como a visão destes em relação as intervenções realizadas a partir da temática “minerais”. Já a segunda parte continha 9 questões objetivas, e tinha por finalidade reavaliar as concepções dos estudantes a respeito das atividades práticas/experimentais realizadas no ensino de Química.

Os dados obtidos permitiram a elaboração e delimitação dos tópicos a serem analisados, sendo estes categorizados, conforme apresentados a seguir.

4.7.1 O gosto pela Química

Quando questionados na primeira intervenção desta pesquisa sobre o gosto pela disciplina de Química, essa turma, dos 31 sujeitos, 17 responderam gostar. Já quando novamente questionados, dos 28 sujeitos presentes, 23 responderam gostar, 1 fez uma nova alternativa (mais ou menos) e 3 colocaram que não gostavam, conforme podemos constatar através das justificativas dos alunos.

A03: Passei a gostar, pois gosto de disciplinas que estimulam o pensamento e raciocínio, e para mim a química passou a me mostrar coisas que antes não percebia.

A08: Acho interessante, mas continuo não gostando. Talvez seja porque gosto de matérias como literatura e filosofia.

A12: sim. Os conteúdos se tornam mais interessantes depois que realmente entendemos.

A15: sim, porque é algo que está presente no cotidiano e tem muita relação com outras matérias como a geografia.

A18: eu gosto porque as aulas no laboratório me fascinaram e comecei a ver relação com os conteúdos que a prof Vivi nos passava.

A20: Mais ou menos porque não tenho paciência para teoria, mas gostei de fazer os experimentos, como fazer os cristais.

Podemos perceber por meio destes dados, que praticamente toda a turma tem grande gosto pela disciplina, todavia, é importante salientar que isto é em virtude da professora regente da turma, a qual não mede esforços para qualificar suas aulas.

4.7.2 As aulas práticas/experimentais

Buscando investigar a opinião dos estudantes em relação ao uso de atividades práticas no ensino de Química, podemos observar um grande amadurecimento destes em relação as quatro categorias criadas a partir das respostas obtidas pela questão: Qual sua opinião sobre as aulas práticas ou experimentais de Química? Em alguns casos, as respostas dos alunos encontram-se em mais de uma categoria, simultaneamente, conforme podemos observar no Gráfico 17.

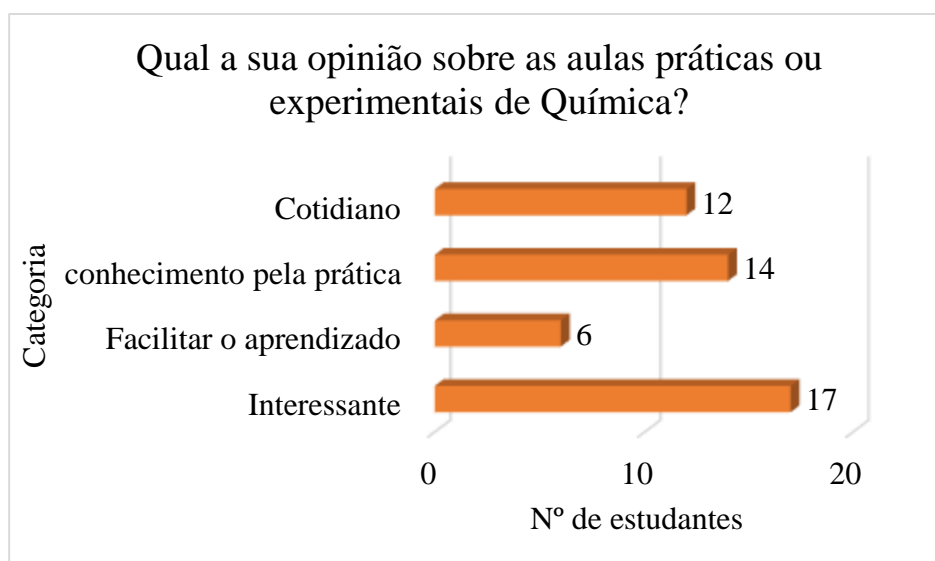


Gráfico 17: Opinião dos estudantes sobre as aulas práticas/experimentais de Química

Em relação à categoria “interessante”, 17 sujeitos enquadraram-se nesta, sendo que, dentre estes, grande parte encontra-se também em mais de uma categoria, conforme podemos ver através das seguintes falas:

A01: *Interessantes, pois nos oportunizam a entender a teoria que estudamos em sala de aula fazendo relação com as coisas do nosso dia a dia, como a saúde bucal, a reciclagem, os minerais.*

A03: *Acredito que são interessantes. Comecei a gostar de química por causa delas.*

A06: *Muito legais e importantes. Consigo ver mais sentido nas aulas experimentais do que nas aulas teóricas. Mesmo sendo mais difícil e exigir mais concentração e atenção, conseguimos fazer uma ponte com aquilo que aprendemos nas aulas de teoria, melhorando o nosso entendimento.*

A15: *Sim, são extremamente interessantes e conseguem nos mostrar onde a química acontece no nosso cotidiano. Jamais pensei que tivesse tanta importância na química. Ela ajuda a melhorar e facilitar a teoria.*

A17: *Sim, são legais e fazem a gente pensar, o que não tira a importância da teoria também, por que sem a teoria não conseguiríamos resolver e entender os experimentos que fizemos, assim eles melhoram o que aprendemos.*

A21: *São ótimas, porque envolvem substâncias químicas e podemos mexer e fazer. É um diferencial as aulas no laboratório.*

Quanto a categoria cotidiano, podemos observar que os alunos começaram a relacionar mais a Química com acontecimentos diários, pois, comparando com os dados obtidos na Intervenção 1, onde tínhamos apenas 13 e 103 sujeitos nesta categoria, agora passamos ter 12 de 28 sujeitos, conforme podemos observar através das seguintes falas:

A02: *são importante porque passamos ver coisas do nosso dia a dia que jamais pensei ver química e minerais, como nos nossos dentes.*

A05: *Sim, estas aulas passam a nos mostrar como esta disciplina está intimamente presente em tudo o que fazemos e melhoraram tudo aquilo que aprendemos e facilitando nossa aprendizagem.*

A13: *as atividades no laboratório permitem ver a química com outros olhos, e não mais decoreba, pois relaciona os elementos e substâncias com tudo a nossa volta, como com os alimentos, saúde, minerais, e com o próprio curso técnico, e isso é muito importante.*

A28: *por meio de aulas desse tipo e também da viagem que fizemos, passei a aprender pela prática. Consegui ver nexos com o nosso curso técnico, como aquela máquina enorme que fazia as extrações dos minerais, achei muito interessante.*

Com base na categoria “conhecimento pela prática”, 14 alunos acreditam que as atividades práticas/experimentais são importantes para a construção do conhecimento, conforme podemos ver através das falas dos estudantes A05, A06 e A17, bem como dos estudantes, cujas falas encontram-se a seguir;

A04: São muito importantes, pois aprendemos através deste tipo de aula.

A07: Legais, tudo aquilo que já fiz durante as aulas me fizeram aprender mais sobre química.

A12: Sim, é bem importante e fundamental, o conhecer através desta forma de ensinar é essencial para conhecermos esta ciência.

A24: Sim, consigo aprender mais.

Na última categoria “facilitar o aprendizado”, 6 alunos se encaixaram nela, como podemos averiguar através das falas do estudante **A05 e A15**.

4.7.3 A relação da disciplina de Química com a Geografia.

Quando questionados se as atividades práticas sobre a “A Química dos minerais” contribuíram para a compreensão dos conteúdos de Química bem como a relação com o cotidiano, todos os sujeitos responderam que sim, justificando da seguinte forma;

A03: Acho, porque vimos as propriedades dos minerais e a utilização deles no nosso dia a dia. Vimos que são muito importantes, como por exemplo, na economia da região onde fica as Minas do Camaquã.

A12: Sim, como os minerais conseguimos entender diversas coisas sobre suas propriedades, como a densidade, a relação dos elementos químicos com as cores dos minerais, a relação da oxidação com o risco, porque as vezes os minerais tem uma cor, mas quando riscamos ele o risco é de cor diferente, além da viagem, que fez eu entender como podemos extrair o cobre e conhecer a história das minas. Foi tudo bem legal.

A14: Sim, agora quando vou pra fora, fico tentando ver as rochas e vendo se elas são formadas por algum mineral que conheci nas aulas.

A16: Sim, passei a gostar de geografia por causa dos minerais. Principalmente quando fomos conhecer a mina a céu aberto. Outra coisa que aprendi muito com as professoras foi sobre os minerais com os dentes, quando eles mineralizam e por causa de bebidas ácidas desmineralizam.

A19: Muito, o que mais gostei foi os experimentos dos cristais da reciclagem do alumínio. Podemos fazer o experimento sozinho, e ele era difícil, não era uma coisa sem graça de fazer, com só mudança de cor. Achei interessante isso porque eu parecia ser uma cientista, tentando descobrir como que o alumínio se desmanchou e depois cristais bonitos surgiram, além de poder mexer bastante com os materiais.

A22: claro, o que mais aprendi foi com as propriedades dos minerais. No início foi difícil e chato, achei que seria uma baboseira, mas depois fui entendendo e gostando. Consegui relacionar a densidade dos minerais com a tabela periódica, algo que acho bem chato aquele monte de reta. A única coisa que não gostei muito dessas aulas foi que nunca tinha escrito tanto na minha vida.

A25: Sim, porque as disciplinas se juntaram, e passei a aprender as duas juntas como quando tivemos que descobrir os minerais que o Rio Grande do Sul produzia e também pela viagem. O melhor momento na escola, além dos laboratórios, com certeza foi a viagem.

A partir destas falas, conseguimos perceber que dois fatores fundamentais foram muito importantes para a construção do conhecimento: as atividades práticas e a interdisciplinaridade, ainda mais quando trabalhadas e desenvolvidas juntamente.

4.7.4 A relação da Química e os minerais no cotidiano

Como é observado através de algumas respostas deste último questionário aplicado para a turma, os alunos passaram a relacionar os conteúdos de química bem mais com o cotidiano deles. Assim, quanto a relação da Química com os minerais, com exceção de um aluno que não respondeu, todos os alunos conseguiram relacionar com diversos acontecimentos do dia a dia deles, conforme podemos ver através das categorias criadas que estão apresentadas no Gráfico 18. Algumas respostas dos estudantes contemplam mais de uma categoria simultaneamente.

A seguir, algumas falas dos estudantes mostram as relações que estes fizeram da Química com os minerais.

A02: São relacionados com nossa alimentação, como a ingestão de bebidas ácidas que podem causar danos para os nossos dentes.

A05: Através desta relação podemos ver um pouco da mineração do nosso estado, como a do cobre, e dos danos que isso pode causar pra natureza.

A13: a relação que mais lembro é com a densidade, porque os minerais são formados pelos elementos químicos e estes possuem diferente densidade, assim como tudo na nossa volta, cada coisa tem uma densidade diferente.

A16: pela mineração podemos conhecer os minerais e também ver as coisas ruins que podem trazer pra natureza, mas também ver o lado positivo, que são os empregos e as coisas que podemos fazer com eles.

A24: tem relação por diversas coisas, como por exemplo, com a saúde bucal, alimentos, objetos, rochas que muitas vezes são bonitas, e assim por diante.

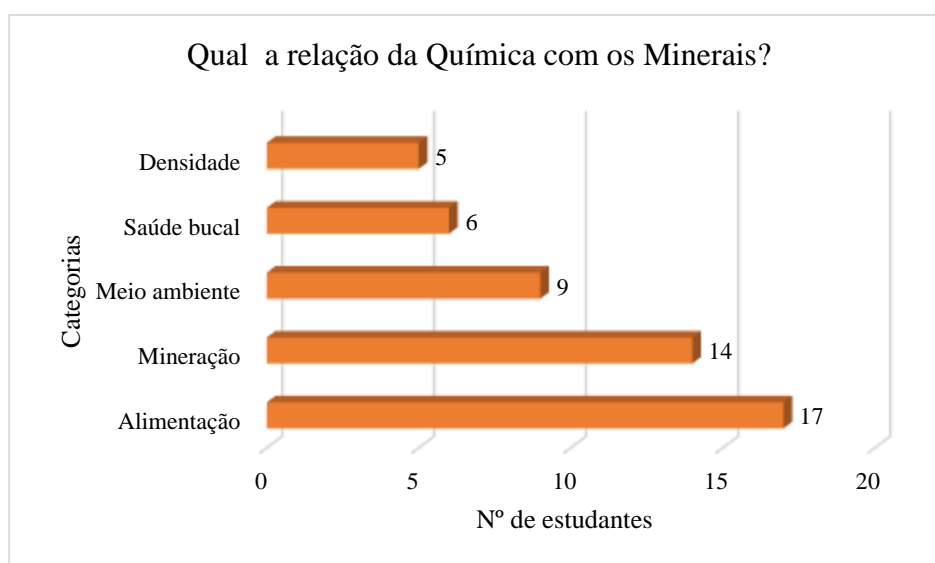


Gráfico 18: Relação da Química com os minerais

4.7.5 Notas para as atividades relacionadas com os minerais

A última alternativa desta primeira parte do questionário, solicitava aos estudantes que atribuísem um valor entre 1 a 10 para as atividades que foram desenvolvidas durante esta pesquisa. Os dados obtidos encontram-se no Gráfico 19, podendo-se observar que nenhum estudante atribuiu valores entre 1 e 5.

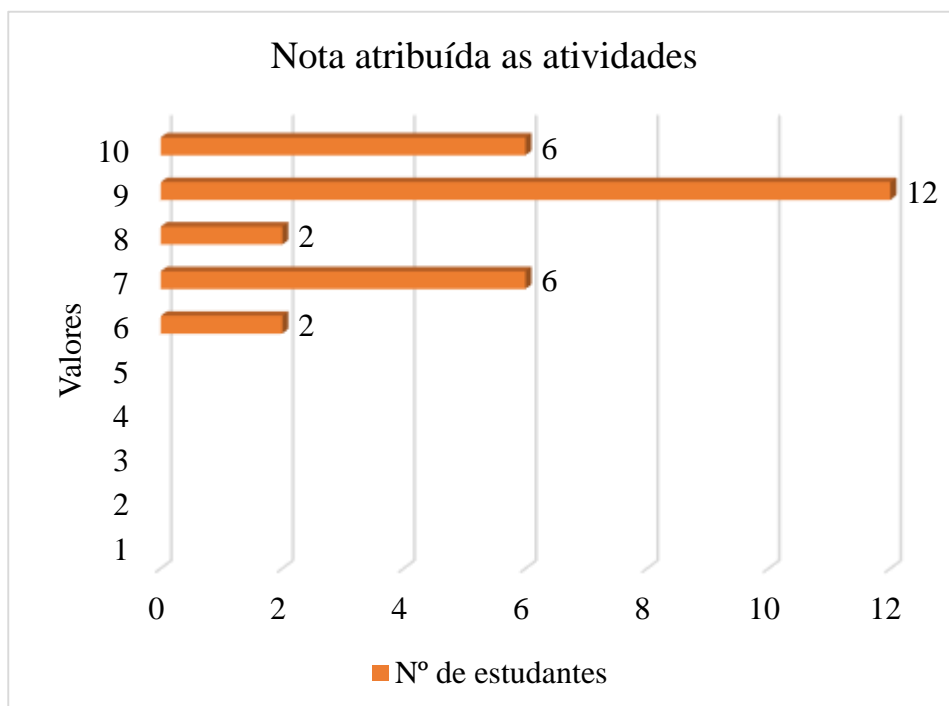


Gráfico 19: Valores atribuídos pelos estudantes à atividade

Entre as justificativas, algumas falas podem ser analisadas, como:

A06: As aulas eram ótimas, porém, muito poucas (nota 8).

A11: Porque eram aulas que desenvolvia a capacidade de se trabalhar em grupo e conhecer os minerais (nota 9).

A19: porque aprendemos bastante, mas eram poucas, queria mais ainda (nota 7).

A23: Achei legal, mas senti dificuldades em algumas coisas (nota 6).

4.7.6 Os objetivos de se realizar aulas práticas/experimentais

Para a segunda parte do questionário, com questões objetivas, alguns objetivos relacionados ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, procedimentais e atitudinais na realização de atividades práticas foram novamente apresentados aos estudantes, e estes deveriam atribuir valores entre 1 e 5.

O Quadro 32 mostra as respostas iniciais (Intervenção 1) e finais dos alunos divididas em três grupos: 1) Objetivos relacionados aos conhecimentos dos conteúdos de Química

utilizando atividades experimentais (conceitual); 2) objetivos relativos ao saber fazer o procedimento experimental (procedimental) e 3) objetivos relativos ao ser (atitudinal). Para cada objetivo aparece o número de alunos que optaram pelos valores estipulados no questionário.

<i>Importância</i>	<i>Valores</i>					
1) Relacionada aos conhecimentos dos conteúdos de Química utilizando atividades experimentais						
1A - Melhorar a aprendizagem da teoria vista em aula;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	-	-	-	7	11	10
Nº de estudantes final	-		1	7	9	11
1B - Aprender através da prática, os conceitos científicos de Química;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	1	-	-	18	5	4
Nº de estudantes final	-		2	9	8	9
1C - Relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	-	4	10	8	4	2
Nº de estudantes final	-	-	-	13	8	7
1D - Visualizar a teoria através da prática;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	1	-	1	3	12	11
Nº de estudantes final	-			5	4	19
1E - Propor hipóteses para solucionar problemas.	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	-	6	10	9	2	1
Nº de estudantes final	-	1	7	8	8	4
2) Relativa ao saber fazer o procedimento experimental						
2A - Desenvolver a observação;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	1	1	6	13	4	3
Nº de estudantes final	-	1	4	12	9	2
2B - Desenvolver o raciocínio;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	1	-	3	7	12	5
Nº de estudantes final	-	2	2	9	5	10
2C - Expor resultados e conclusões dos experimentos;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	-	1	3	17	3	4
Nº de estudantes final	-	1	4	12	7	4
3) Relativa ao ser (conhecimento atitudinal)						
3A - Ficar motivado;	Branco	1	2	3	4	5
Nº de estudantes inicial	2	-	5	2	9	10
Nº de estudantes final	-		4	7	7	10
3B – Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;						

Nº de estudantes inicial	1	3	5	10	6	3
Nº de estudantes final	-	1	2	14	6	5
3C – Desenvolver a iniciativa pessoal.						
Nº de estudantes inicial	3	2	13	8	2	-
Nº de estudantes final	-	3	1	8	6	10

Quadro 32: Valores iniciais e finais atribuídos pelos estudantes sobre os objetivos das aulas práticas/experimentais.

Para a análise dos dados obtidos, os objetivos foram categorizados de acordo com o maior número de respostas dos alunos e com os valores atribuídos por estes, conforme mostra o Quadro x. Os objetivos, cujos valores mais assinalados foram 4 e 5, foram categorizados como IMPORTANTÍSSIMOS, com valor 3 como IMPORTANTES e com valores entre 1 e 2 como sem importância, conforme podemos ver através da Tabela 6.

Além disso, é importante salientar que em relação ao questionário inicial, 31 sujeitos participaram da pesquisa, já no final, 28 responderam ao mesmo. Desta forma, a fim de manter os mesmos valores dos dados, excluímos do somatório os 3 alunos que não responderam ao último questionário.

Tabela 6: Grupos formados de acordo com os dados obtidos no Quadro 32.

Grupo	Objetivos/Nº de estudantes inicial	Objetivos/Nº Total de estudantes final
Sem importância / 1 e 2	1C = 14	-
	1E = 16	-
	3C = 15	-
Importantes / 3	1B = 18	-
	2A = 13	2A = 12
	2C = 17	2C = 12
	3B = 10	3B = 14
Importantíssimo / 4 e 5	1A = 21	1A = 20
	-	1B = 17
	-	1C = 15
	1D = 23	1D = 23

	-	1E = 12
	2B = 17	2B = 15
	3A = 19	3A = 17
	-	3C = 16

Deste modo, de acordo com os dados referentes às concepções iniciais e final dos estudantes sobre os objetivos das atividades experimentais, mostraremos a análise de cada um destes, os quais foram categorizados conforme a mudança ou não de concepção, ou seja, se houve variação ou não dos valores atribuídos pelos estudantes, conforme apresentados a seguir:

4.7.6.1 *Objetivos sem mudança de concepção: 1A, 1D, 2A, 2B, 2C, 3A e 3B*

A Tabela 5 nos mostra que em relação a utilizar as aulas práticas experimentais visando melhorar a teoria vista em sala de aula (1A), os alunos mantiveram sua concepção, pois, no questionário inicial, 21 alunos atribuíram valores entre 4 e 5, e ao final da pesquisa, 20 atribuíram os mesmos valores.

Quanto a visualização da teoria por meio da prática (1D), também não teve alterações, pois a mesma quantidade de sujeitos (23) atribuiu valores entre 4 e 5, sendo este classificado como importante.

Para o desenvolvimento da observação (2A), os valores mantiveram-se praticamente constantes em ambos os questionários, pois nos primeiros 13 sujeitos classificaram como importante e ao final, houve decréscimo de apenas 1 sujeito (12).

Outros objetivos que mantiveram-se constantes foram o “desenvolvimento do raciocínio” (2B) e a motivação (3A), ambos permanecendo na categoria importantíssimo. Já as categorias “desenvolvimento da capacidade de trabalho em grupo” (3B) e “expor os resultados e conclusões” (2C) também, pois continuaram na categoria importantes por meio dos dados obtidos tanto no questionário inicial quanto no final.

4.7.6.2 *Objetivos com mudança de concepção: 1B, 1C, 1E e 3C*

Para o objetivo “aprender através da prática, os conceitos científicos de Química”, podemos averiguar que o mesmo passou de importante para importantíssimo, visto que, no primeiro caso, ou seja, no questionário inicial, 18 alunos acreditavam ser um objetivo importante.

Porém, acreditamos que, com o decorrer do ano e com as atividades práticas que foram realizadas, tanto por parte da pesquisadora, quanto da professora regente da turma, os mesmos modificaram suas concepções, pois, 17 alunos conferiram os maiores valores indicados, colocando assim, este objetivo no grupo dos importantíssimos.

O objetivo 1C, ou seja, “relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano”, foi um dos mais visíveis na mudança de opinião, pois no primeiro questionário, os valores mais mencionados foram extremamente baixos. Já no final da pesquisa, os maiores valores passaram a ser atribuídos a este objetivo, mostrando assim, o quanto a Química é importante no dia a dia, porém, é preciso desenvolver essa relação nos estudantes.

Durante esta pesquisa, em todas as intervenções os estudantes tiveram que propor hipóteses para solucionarem os problemas que a eles eram entregues. Desta forma, podemos observar através da Tabela x, que os sujeitos tiveram grande mudança de opinião em relação ao objetivo “Propor hipóteses para solucionar problemas” (1E), visto que, na intervenção 1 os mesmos classificaram este como sem importância e ao final, passaram a classificar como importantíssimo.

Quanto o objetivo 3C, ou seja, desenvolvimento da iniciativa pessoal, este passou de sem importância para importantíssimo, e isso talvez seja consequência da liberdade que a eles foi dada para o desenvolvimento das atividades.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar Química vai além de transmitir apenas conceitos e fórmulas, é apresentar também a sua importância à sociedade a partir das transformações que ocorrem diariamente ao nosso redor. Assim como falar sobre minerais não significa somente relacioná-los com a mineração, visto que, são essências à saúde dos seres vivos, ao meio ambiente, ao meio social e econômico, além de, no contexto escolar, ser uma ótima forma para contextualizar os conceitos científicos de Química.

A pesquisa descrita no decorrer deste trabalho, intitulada “A Química dos minerais: Uma temática para investigar o papel da experimentação no ensino de Química” foi desenvolvida em duas partes. A primeira realizada para quatro turmas (1º e 3º anos) e a segunda para apenas uma (1º ano), todas de cursos técnicos integrados ao ensino médio de um colégio da cidade de Santa Maria – RS – Brasil.

Para tanto, a partir dos problemas de pesquisa apresentados na Introdução deste trabalho, ou seja, **“Quais as concepções dos estudantes de nível médio a respeito da utilização de atividades práticas/experimentais no ensino de Química?”** e **“De que forma a temática “a Química dos minerais” auxiliará no processo de aprendizagem através da utilização de atividades práticas/experimentais?”**, elencamos seis objetivos específicos para nos auxiliar na obtenção das respostas para ambos os questionamentos.

Nesta perspectiva, buscamos investigar as concepções iniciais e finais dos estudantes a respeito do papel das atividades práticas/experimentais no ensino de Química, podemos observar através dos dados obtidos, que os estudantes não têm muito clara a importância de alguns objetivos referentes a realização das atividades práticas/experimentais, pois em muitos casos os valores atribuídos foram baixos.

Quanto a segunda parte da pesquisa, ou seja, as intervenções relacionadas à temática “minerais”, buscamos auxiliar os estudantes do 1º ano, na construção do conhecimento científico de Química a partir desta temática, ajudando-os a desenvolverem um olhar global do assunto, através do desenvolvimento de atividades práticas/experimentais e de forma interdisciplinar com a Geografia. Para isto, desenvolvemos 6 intervenções envolvendo a relação dos minerais com a Química.

Assim, no decorrer das demais intervenções, diferentes assuntos passaram a ser abordados, visando trabalhar os conteúdos de Química de forma contextualizada e de forma interdisciplinar. Alguns dos tópicos desenvolvidos foram: propriedades dos minerais, saúde bucal, formação dos minerais a partir de uma analogia envolvendo a reciclagem do alumínio, mineração no Rio Grande do Sul e poluição ocasionada pela extração mineral. Os principais conteúdos de Química trabalhados foram: tabela periódica, reações químicas, densidade, modelo atômico de Bohr, ligações e interações químicas, solubilidade, oxidação, entre outros.

Ao final desta pesquisa, podemos constatar a grande evolução dos estudantes em relação à temática “minerais”, tanto envolvendo os conteúdos de Química, quanto a sua relação com o cotidiano, pois suas concepções prévias eram bastante equivocadas, com diversas confusões e erros conceituais. Mas, com o desenvolvimento das atividades, acreditamos que os estudantes conseguiram aos poucos correlacionar os conteúdos de Química e de Geografia com o cotidiano e o meio ambiente utilizando a temática dos minerais. A partir destas intervenções, a fim de proporcionar aos estudantes uma nova visão sobre as atividades experimentais, diferentes metodologias envolvendo resoluções de problema e o uso de atividades experimentais passaram a ser desenvolvidas, tais como: atividades investigativas, estudo de casos e oficinas temáticas. Estas, de forma geral, permitem que o estudante seja o centro ativo da construção do próprio conhecimento, além de possibilitar a interação entre colegas, professores e materiais disponibilizados, pois ajuda no desenvolvimento da autonomia e da comunicação.

Além disso, essas metodologias contribuem, de forma significativa, na estimulação de algumas competências, como conceituais, atitudinais e procedimentais, através de interpretações e soluções de problemas, tomada de decisões, manipulação de diferentes materiais, como vidrarias e reagentes, entre outros, ajudando-os, desta forma, a tornarem-se cidadãos mais críticos.

Por meio das falas dos estudantes no decorrer dos instrumentos analisados, podemos averiguar que estes sentiram bastante dificuldade para realizarem as atividades inicialmente, em consequência da ausência de um roteiro contendo todas as informações e passos a serem seguidos. Todavia, além dos conteúdos que eram desenvolvidos antes das atividades práticas, todos os grupos tiveram acesso a materiais alternativos que permitissem um maior embasamento teórico em caso de dúvidas, como livros, artigos, orientações e explicações no decorrer das aulas.

Com o passar das semanas, porém, fomos percebendo um avanço dos nossos sujeitos em relação às suas ações perante as aulas práticas, pois não estavam mais esperando a nossa

iniciativa, mas sim passaram a assumir um papel investigativo, dialogando com o grupo, bem como, testando e realizando os experimentos referentes a cada intervenção.

Nesse contexto, a realização destas atividades, as quais envolveram também a interdisciplinaridade, proporcionou aos estudantes, a relação da química com a geografia, o desenvolvimento de conceitos de ambas as disciplinas, além de incentivar a tomada de decisão durante a sua realização. Com isso, acreditamos que os alunos passaram a desenvolver um novo olhar sobre a realização de atividades práticas, visto que, os mesmos passaram a desempenhar um papel ativo na construção do seu conhecimento através das trocas de significados entre os grupos, pesquisadora e materiais utilizados.

Isto pode ser verificado por meio dos dados obtidos no último questionário aplicado nesta pesquisa, durante a 7ª intervenção, pois, em alguns objetivos das atividades práticas/experimentais houve modificação de concepção, inicialmente possuíam uma visão simplória sobre o assunto, e ao final, começaram a perceber sua importância, atribuindo valores altos para objetivos que são essenciais para o processo, como por exemplo, a visualização da teoria através da prática e a relação da Química com o cotidiano, entre outros, comprovando assim, o quanto a visão deles foi modificada em relação as atividades práticas/experimentais.

Concluimos aqui, que é preciso continuarmos lutando pela melhoria das aulas experimentais, suscitando discussões, dialogando com os estudantes sobre o que é fazer Ciência, refletir sobre o papel da atividade prática, e sua importância para o ensino na construção da aprendizagem. É impossível querer que nossos alunos aprendam através da prática, se nós professores acreditamos que uma aula experimental tem como objetivo somente comprovar a teoria e motivá-los.

É preciso, portanto, que os professores ultrapassem a linha de pensamento indutivista e adotem um olhar construtivista, não deixando de lado os conhecimentos prévios dos estudantes. Desta forma, a discussão e o diálogo a respeito das aulas experimentais assumirão um papel importante a partir da ação e reflexão, tanto por meio dos alunos, quanto dos professores (ROSITO, 2000).

Para finalizar, gostaria de retornar ao dia da minha entrevista para ingressar no mestrado em novembro de 2012, quando fui questionada pelos professores presentes na banca, da seguinte forma: Se daqui a dois anos voltassem a me questionar, se eu acreditaria que minhas concepções em relação ao mestrado seriam as mesmas daquele dia. Respondi que certamente não seriam, pois esses dois anos serviriam para continuar a construir minha aprendizagem, e desta forma, seria impossível ser a mesma.

Passados os dois anos, quero reafirmar minha resposta, mas também modificá-la. Certamente não sou mais a mesma em questão de aprendizagem, primeiro, por que acredito que, se houve indícios de aprendizagem por parte dos estudantes, houve também por minha parte. A cada intervenção desenvolvida, precisei estar sempre atenta as ações dos estudantes, para que, desta forma, pudesse ajuda-los no decorrer das atividades, não na perspectiva de facilitar, mas sim de gerar conhecimento.

Na minha concepção, o conhecimento dos seres humanos é que nem a relação dos átomos com a Química, um é a base do outro. Não existe conhecimento sem os seres humanos, e nem os seres humanos viveriam sem o conhecimento. Assim como não existiria os átomos sem a Química e vice versa. O conhecimento está sempre em construção, assim como os seres humanos, mas para que isso ocorra de forma significativa, conforme dizia Ausubel (1963, apud MOREIRA, 2007, p. 02), querer aprender é o primeiro passo para a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, A. C. Z de; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946 – 1966. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Hum**, Belém, v. 5, n. 2, p. 469-489, 2010.

ALMEIDA, S. G.; MELO, L. M.; GARCIA, P. P. C. Biodisponibilidade de cálcio numa dieta isenta de leite de vaca e derivados. **Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 3, 2011, p. 147-158, Universidade Anhanguera Brasil.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª ed. Ed. Bookman, 2012.

BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar**. São Paulo: Edgard Blücher, 1979. p.183.

BARATIERI LN et al. **Odontologia Restauradora: Fundamentos e Possibilidades**. São Paulo: Liv. Santos Ed, 2001. p. 361-71.

BÍBLIA. 1993. **A Bíblia Sagrada: Antigo e Novo Testamento**. Traduzida em português por Ivo Storniolo e Euclides Martins Balancin. ed. Pastoral no Brasil. Brasília: Sociedade Bíblica Católica Internacional e Paulus, 1990.

BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; GAINELLO, C. & TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 344p.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRADY, J. E.; SENESE, F. **Química – a matéria e suas transformações**, v. 2, 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S.; TREVISAN, M. C.; PAZINATTO, M. S. Retroprojeter como bancada de laboratório de Química. Ed. Pallotti, 2010

BRAIBANTE, M. E. F.; WOLLMANN, E. M. **A Influência do PIBID na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM**. Química Nova na Escola, v. 34, n. 04, p. 167-172, 2012.

BRAIBANTE, M. E. F; PAZINATO, M. S. O Ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, 2014, p. 819-826.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. v. 2. Brasília, 2006.

BRITO, A. C. F de.; PONTE, D, de L. **A evolução da indústria química**. Disciplina Industria Química e Sociedade. Programa Universidade a Distância. Biblioteca Central Zila Mamede – UFRN. [2010].

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**.. 7. ed. Ed LTC, Rio de Janeiro, 1997.

CARDOSO, O. Para uma definição de Didática da História. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 28, n. 55, p. 153-170 , 2008.

CARNEIRO, C. Dal Ré.; GONÇALVES, P. W.; LOPES, O. R. O Ciclo das Rochas na Natureza. **Revista TERRÆ DIDÁTICA**. 5(1):50-62, 2009.

CARR, E. H. **Que é história?** Editora Paz e Terra. Tradução de: Lúcia Maurício de Alverga, 7ª Reimpressão, São Paulo, 1961.

CARVALHO, R. S. **Lavoisier e a sistematização da nomenclatura química - scientiæ zudia**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 759-71, 2012

CASSIANO, K. F. D.; ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química: Princípios da Carta de Belgrado. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, BR. Vol. 36, n. 3, p. 220-230, agosto, 2014.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 9ª reimpressão 2010

CHANG, R. W. C. **Química Geral: conceitos essenciais**. 4ª ed. Ed. Bookman, 2010.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**, 11ª edição, AMGH EDITORA LTDA, 2013

CHASSOT, A. **A Ciência através dos Tempos**. Ed Moderna. 2ª ed. reformulada. 2014b.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: Questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

CHASSOT, A. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 1995.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 1993

CHASSOT, A. Educação consciência. Ed EDUNISC. 2ª ed. Santa Cruz do Sul, p. 243, 2014a

CIMINELLI, V. S. T.; BARBOSA, F. A. R.; TUNDISI, J.G.; DUARTE, H. A. Recursos Minerais, Água e Biodiversidade, **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola** n. 8, p. 9-17, maio 2014.

COAKLEY, J. A. **Reflectance and Albedo, Surface**. Oregon State University, Corvallis, OR, USA - Copyright Elsevier Science Ltd. All Rights Reserved. p. 1914- 1923. 2003. <http://curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/ency/Chapter9/Ency_Atmos/Reflectance_Albedo_Surface.pdf> Acesso em: 27/11/2014.

COLASSO, C. G.; AZEVEDO, F. A de. Armas Químicas de Guerra – Parte II. Aspectos Toxicológicos. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 7-47, fev. 2012.

CORSINO, J. **Bioquímica**: Material de apoio às atividades didáticas do curso de bacharelado em Biologia/CEAD/UFMS. Campo Grande, MS : Ed. UFMS, p. 213. 2009.

CORTECCI, G. **Geologia e Saúde**. Tradução de Wilson Scarpelli, São Paulo, Brasil. [2005?]

CORTELLA, M.S. **A Escola e o Conhecimento**: fundamentos epistemológicos e políticos. 4 ed. Cortez: São Paulo, 2001

COTRIM, Gilberto. **Fundamentos da filosofia**: história e grandes temas. 15. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

CULL, S. **The resteless Earth**: Rock and minerals. The Franklin Institute. Ed. Chelsea House. New York. 2009.

DANA, J. D.; HURLBUT Jr., C. S. **Manual de mineralogia**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos. 1984.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DEWEY, J. **Experiência e educação**, 2ª edição. Editora Vozes 2010.

DUARTE, A. H. Ligações químicas: Ligação iônica, covalente e metálica. **Cadernos temáticos de Química Nova na Escola**.Nº4, 2001.

FEDER, M. **Sinalização Turística**: Avaliação da compreensão dos pictogramas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia Civil, Trabalho de Conclusão de Curso, 2012.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 2, p. 101 – 106, 2010

FERREIRA, R, A, F. **Manual de Luminotécnica**. Apostila auxiliar da disciplina ENE-065 para o curso de Engenharia Elétrica da UFJF. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

FILGUEIRAS, C. A. L. Origem da Ciência no Brasil. **Química Nova**, v. 13 n. 3, p. 222-229,1990.

FILHO, J. C. dos S.; GAMBOA, S.S. Pesquisa educacional: Quantidade – Qualidade. 3ª Edição. São Paulo, Cortez, v. 42, 2000.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ci. Inf.**, Brasília, v.33, n. 3, p.26-34, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 25ª Edição – ed PAZ E TERRA-Coleção Leitura. São Paulo, 2002.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**: Teoria e Prática da Libertação – Uma Introdução ao Pensamento de Paulo Freire. 3ª Ed. São Paulo: Editora Moraes, 1980.

FRIEDRICH, L. da S.; BRAIBANTE, M. E. F. A abordagem do tema lixo eletrônico pelas três coleções de livros didáticos de Química mais utilizadas no RS. **33º EDEQ**, Ijuí, 2013.

GALIAZZI, M. do C; ROCHA, J. M. de B; SCHMITZ, L. C; SOUZA, M. L; GIESTA, S; GONÇALVES, F. P. Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C., CACHAPUZ, A.F.C. e PRAIA, J.F. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas, **Enseñanza de las Ciencias**, 4, 2, 111-121, 1986.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p.43-49, 1999.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências – V11(2)*, pp. 219-238, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, p.31, 2009.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

HODSON, Derek. **Experimentos na ciência e no ensino de ciências**. Traduzido por Paulo A. Porto. In: Educational Philosophy and Theory, 1988. Disponível em: <<http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>>. Acesso em: 01 de agosto de 2014

IHDE A.J.. The Development of Modern Chemistry, **Haper & Row**, 1964, CCNr.: 64-15152.

JACOBINA, M. da P. M.; MATTOS, M. F.; PINTO, P. R.; OLIVEIRA, A. J. B de. A Química que é notícia na formação continuada dos professores. Livro resumo do **VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Química**. Regional Rio. 1999. <<http://www.uff.br/sbqrio/ResumosEncontros/LIVRO%20RESUMO%201999.pdf>>

JOESTEN, M. D.; WOOD, J. L. **Word of Chemistry**. 2. Ed. EUA: Saunders College Publishing, 1996.

KLEIN & DUTROW, **Manual de Ciência dos Minerais**. 23 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LIMA, T.A.; SILVA, M.N. **Alquimia, Ocultismo, Maçonaria: o ouro e o simbolismo hermético dos cadinhos**. São Paulo. 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora EPU, 1986.

MAAR, J. H. Aspectos históricos do ensino superior de química. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.33-83, 2004.

MAAR, J. H. **História da Química: Primeira parte, dos Primórdios a Lavoisier**. 2 ed. Florianópolis: Conceito Editorial. 2008

MAAR, J. H. Justus Von Liebig. Parte 1: Vida, personalidade, pensamento. **Quim. Nova**, Vol. 29, No. 5, 1129-1137, 2006

MACHADO, A. H.; **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 3ª ed. Ijuí. Editora Unijuí, 2014.

MALDANER, O. A e ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização que extrapola a formação disciplinar em Ciências. Em: Moraes, R.; MANCUSO, R. Educação em ciência: Produção de currículos e formação de professores. Ijuí. Ed Unijuí, 2004.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**. Ijuí/RS: Ed. Unijuí, 2000.

MALDANER, O. A., & PIEDADE, M. C. T. Repensado a Química: a formação de equipes de professores / pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula em química. **Química Nova na Escola**, p. 15-19, 1995.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da Ciência e Desenvolvimento da Cidadania. **Revista em extensão**, Uberlândia, vol. 7, 2008.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA, F. L. **Oficinas Temáticas no Ensino Público**: Formação continuada de professores. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARCONDES, M. E. R.; ZAMBOM, D. M.; AKAHOSHI, L. H.; MARTORANO, S. A. A.; SILVA, A. B.; GAIA, A. M.; DIAS, F. S.; SALVATIERRA, R. V.; SANTOS, J. B. Oficinas temáticas em diferentes contextos escolares: meio para favorecer o aprendizado, as relações sociais e as atitudes cidadãs. In: 29º Reuniao da Sociedade Brasileira de Química, 2006, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Águas de Lindóia, 2006. Disponível em <<http://sec.s bq.org.br/cd29ra/resumos/T0450-1.pdf>> Acesso em: 19/12/2014

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003

MARTINS, Roberto. A. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, Cibelle. C (Org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: Subsídios para aplicação no Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. XVII-XXX.

MELLOR, J. W. **Química Inorgânica moderna**, editora globo, Porto Alegre, 1ª ed, 5ª impressão, 1967.

MESQUITA, N. A.; SOARES, M. H. B. Aspectos Históricos dos cursos de licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 e 1980. **Química Nova**, Vol. 34, No. 1, 165-174, 2011

MONTEIRO, A.; Notas e resenões - A composição química da atmosfera: Contributo da climatologia para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentado - Nota de divulgação – **Revista da Faculdade de Letras/ Geografia**. 1ª Série, v. 5, Porto, p. 257- 294, 1989. Disponível em: <<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/1564.pdf>> Acesso em: 09/11/2014.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 9, n. 2, p. 191 - 211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 12, n. 1, p. 117 – 128, 2006.

MORAIS, C. A.; AUBUQUERQUE, R. O.; LADEIRA, A. C. Q. Processos Físicos e Químicos Utilizados na Indústria Mineral, **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola** n. 8, p. 9-17, maio 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: um conceito subjacente. In: Encontro Internacional sobre el aprendizaje significativo. 1997, Burgos. MOREIRA, M.A. et al. (Orgs.) Actas. Burgos: Universidade de Burgos, p. 19-44, 1997.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa subversiva**. III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), setembro de 2000.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: **da visão clássica à visão crítica**. I Encontro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007.

MUECHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.14, n. 03. p. 199-215, set-dez, 2012

NEGARESTANI, R. **The Corpse Bride**: Thinking with Nigredo. Collapse IV, ed. R. Mackay (Falmouth: Urbanomic), p. 129 – 161, May 2008.

NELSON, S.J.; ASH, M.M. **Wheeler anatomia dental, fisiologia e oclusão**, Ed. ELSEVIER BRASIL (PROFISSIONAIS), 2012.

NEVES, P. C. P das; SCHENATO, F; BACHI, F. A. **Introdução à mineralogia prática**. 2. ed. Canoas: Ulbra, 2003.

OKI, M. da C. M. A História da Química na perspectiva kuhniana. **Química Nova na Escola**, n. 20, Novembro de 2004, p. 32 – 37.

PAZINATO, M. S. **Alimentos**: uma temática geradora do conhecimento Químico. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012

PEIXOTO, E. M. A. Cálcio. **Química Nova na Escola**, n. 20, 2004.

PEREIRA, G. A. P.; GENARO, P. S.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L.; MARTINI, L. A. **Cálcio dietético** – estratégias para otimizar o consumo. Ver. Bras. Reumatol, 49(2), p. 164-80, 2009.

PINTO A.C.; O Brasil dos viajantes e dos exploradores e a química de produtos naturais brasileira. **Revista Química Nova**, v. 18, p. 608-615, 1995.

POMEROL, C.; LAGABRIELLE, Y.; RENARD, M.; GUILLOT, S. **Princípio de Geologia**: Técnicas, modelos e teorias. 14º ed. Ed Bookman, 2013

POPP, J. H. **Geologia Geral**, 6ª ed. Ed Genio LTC. 2010.

POTSCH, C. **Mineralogia e geologia**, 3ª ed, Livraria São José, Rio de Janeiro, 1965

POZO, J.I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C. GIL-PÉREZ, D. Problema, Teoria e Observação em Ciência: Para Uma Reorientação Epistemológica Da Educação Em Ciência. **Ciência & Educação**, v.8, n. 1, p.127 – 145, 2002.

PRIMI, R.; SANTOS, A. A. A.; VENDRAMINI, C. M.; TAXA, F., MULLER, F. A., LUKJANENKO, M. F. Deficiência Mental e Família: Implicações para o Desenvolvimento da Criança. *Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 17, n. 2, p. 133-141, mai-Ago 2001.

RAMOS, L. da S.; ANTUNES, F.; SILVA, L. H. de A.. Concepções de professores de Ciências sobre o ensino de Ciências. In: **Revista da SBEnBio**, n. 3. p.1666-1674, 2010.

RIBEIRO, J. Os filhos da bomba: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950). **Revista Outros Tempos** - Volume 6, número 7, p. 147 – 167, julho de 2009 - Dossiê História e Memória.

RIBEIRO, R.; HOEHNE, L.; CARLESSO, W. M.; ETHUR, E. M.; STÜUR, S. A asroção de cobre por minhocas da espécie *Eisenia Andrei* em solos e húmus contaminados. **Revista destaques acadêmicos**, CETEC/UNIVATES, vol. 4, n. 4, 2012

ROCHA, T. R da.; DURAND, A. M. **Concepção dos professores de Ciências em relação ao papel da experimentação no Ensino Médio**. XX Encontro de Química da Região Sul, Lajeado, 14 a 16 de novembro de 2013.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: Roque Moraes (org.) **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 230, 2000.

ROSSO, A. J.; SOBRINHO, J. A. C. M. O Senso Comum, a Ciência e o Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 19, no. 3, setembro, 1997

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, São Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil, 1994.

RUSSELL. J.B. **Química Geral**, São Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil, 1980.

SÁ, L. P.; QUEIRÓZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de Química**. Campinas. Editora Átomo, 2009.

SÁ, L.P.; FRANCISCO, C.A. e QUEIROZ, S.L. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ. L. P. **A argumentação no ensino superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos**. 2006. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SALATEO, R. R. da **Uma análise sobre a historiografia Química no Brasil em periódicas – 1974 - 2004**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, N. P. Laboratório Químico-Prático do Rio de Janeiro: Primeira tentativa de difusão da Química no Brasil (1812- 1819). **Química Nova**, Vol. 27, No. 2, 342-348, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: Compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.

SANTOS, W. L. P. dos.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Revista Química Nova na Escola*, n. 4, novembro de 1996

SCHRANK, A. **Propriedades físicas dos minerais**: relação com ligações químicas, estrutura e composição química. Disciplina de mineralogia, UNICAMP, 2011.

SICCA, N. A. L. **A Experimentação no Ensino de Química**: 2º Grau. Campinas: UNICAMP, Faculdade de Educação, Dissertação de Mestrado, 1990.

SICCA, N. A. L.; GONÇALVES, P. W. História da Química e da Geologia: Joseph Black e James Hutton como referências para educação em Ciências. **Revista Quim. Nova**, Vol. 25, No. 4, 689-695, 2002.

SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R. Contextualização no Ensino de Ciências: significados e epistemologia. In: SANTANA, E; SILVA, E. (Org.) **Tópicos em Ensino de Química**. Editora Pedro e João Editores, São Carlos, SP, 2014.

SILVA, E.L.D. e MARCONDES, M.E.R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, 12, n. 1, 2010. p. 101-118.

SILVA, G. R.; BORGES, I. Jr.; VILLAR, J. D. F. Defesa Química: Histórico. Classificação dos agentes de guerra e ação dos neurotóxicos. **Química Nova**, Vol. 35, No. 10, 2083-2091, 2012

SILVA, G. S. A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem. 2013. Dissertação Mestrado em PosGrad. Educ. em Cienc. Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria

SILVA, R. M. Espaço e Tempo nas minas do Camaquã em Caçapava do Sul/RS. 2008. Dissertação Mestrado em PosGrad. em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B.; O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teóricas-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, 2002.

SOBRAL, M.; LUZ, M.; GAMA, T. A.; GARONE, N. N. Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento da erosão dental. **Pesq. Odontol. Bras.** 2000;14:406-10

SPRONKEN-SMITH, R.; ANGELO, T.; MATTHEWS, H.; O'STEEN, B.; ROBERTSON, J. **How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research?**. International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry, Marwell, Winchester, UK, April, 2007.

STORGATTO, G.A.; DURAND, A. M.; BRAIBANTE, M. E. F. **Saúde Bucal e Minerais: investigando o processo de erosão dental.** XXI Encontro de Química da Região Sul, 2014.

SUART, R. de C; A experimentação no ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E; SILVA, E. (Org.) **Tópicos em Ensino de Química.** Editora Pedro e João Editores, São Carlos, SP, 2014.

SUART, R; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição (UFRJ)**, v. 14, p. 50-74, 2009.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE, O. Jr.; EL-HANI, C. N. A Influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Revista Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. **Decifrando a terra.** 2ª edição, Companhia editora Nacional; São Paulo, 2009.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 39, set./dez. 2008, p. 545-554.

TREVISAN, M. C. **Saude bucal como temática para um ensino de Química contextualizado.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. p. 17-38 e 120) – 2012. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgecq/Docs/Dissertacoes/MARCELE.pdf> ;

TRINDADE, L. S dos. P: **A alquimia dos processos de Ensino e de Aprendizagem em Química.** Ed Madras. 2010. São Paulo

VANIN, J. A: **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro.** 19ª impressão. Ed moderna, 2ª edição reformulada, coleção Polêmica, 2005, São Paulo.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. da S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, v.2 n. 1, 2009.

VLACH, S. R. T. A classe dos tectossilicatos: guia geral da teoria e exercício, **Geologia USP**, Revista do Instituto de Geociências – USP, Departamento de Mineralogia e Geotectônica Universidade de São Paulo, v. 1, 2002.

VOGEL, M. e MARI, C. F.; O uso de Temas Químicos Sociais como proposta de Ensino de Química; In: SANTANA, E; SILVA, E. (Org.) **Tópicos em Ensino de Química.** Editora Pedro e João Editores, São Carlos, SP, 2014.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos de geologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2009.

ZAPPE, J. A.; BRAIBANTE, M. E. F. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, p. 10-15, 2012.

ZÔMPERO, A.F.; LAMBURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set./dez. 2011.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Questionário – Intervenção 1



Universidade Federal de Santa Maria
 Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
 Centro de Ciências Naturais e Exatas
 A Química dos Minerais
 Questionário Investigativo

Nome: _____ Idade: _____ Ano: _____

Turma: Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio

Gênero: () Feminino () Masculino

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa de mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria. Sua contribuição para a mesma se dará através do preenchimento deste questionário, e é de extrema importância. Sua identidade será preservada.

1) Qual(is) sua(s) disciplina(s) preferida(s)? Por quê?

2) Você gosta da disciplina de Química? () Sim () Não

Por quê? _____

3) Qual a sua opinião sobre as aulas práticas ou experimentais de Química?

4) Com que frequência você realizou atividades experimentais no decorrer do seu Ensino Médio?

() Sempre () Às vezes () Raramente () Nunca

5) Caso tenha realizado, comente sobre as suas aulas experimentais. O que mais chamou a sua atenção (Pode citar uma aula experimental que gostaste)?

6) Você acredita que as aulas experimentais contribuem para o entendimento dos conteúdos de Química? Justifique sua resposta.

() Sim () Não

7) Na sua opinião, os conteúdos de Química estudados em sala de aula são importantes para o seu dia a dia? Comente

8) Na sua concepção, qual a importância de se realizar atividades experimentais? Para responder a este questionamento, atribua valores de 1 a 5 para a importância da realização das atividades através da tabela abaixo, sendo que:

Valor 1- SEM IMPORTÂNCIA

Valor 2 – POUCA IMPORTÂNCIA

Valor 3 – IMPORTANTE

Valor 4 – MUITO IMPORTANTE

Valor 5 – IMPORTANTÍSSIMO

<i>IMPORTÂNCIA</i>	<i>Valores</i>				
Relacionada aos conhecimentos dos conteúdos de Química utilizando atividades experimentais					
Melhorar a aprendizagem da teoria vista em sala de aula;	1	2	3	4	5
Aprender através da prática, os conceitos científicos de Química;	1	2	3	4	5
Averiguar os princípios teóricos de Química;	1	2	3	4	5
Relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano;	1	2	3	4	5
Visualizar a teoria através da prática;	1	2	3	4	5
Fazer a prática para visualizar a teoria;	1	2	3	4	5
Propor hipóteses para solucionar problemas sugeridos pelo professor.	1	2	3	4	5
Relativa ao saber fazer o procedimento experimental					
Desenvolver a observação;	1	2	3	4	5
Aprender técnicas de laboratório;	1	2	3	4	5
Desenvolver o raciocínio;	1	2	3	4	5
Expor resultados e conclusões dos experimentos;	1	2	3	4	5
Aprender a manipular os materiais/vidrarias utilizados.	1	2	3	4	5
Relativa ao ser (conhecimento atitudinal).					
Ficar motivado;	1	2	3	4	5
Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;	1	2	3	4	5
Desenvolver a iniciativa pessoal.	1	2	3	4	5

Apêndice 2 – Questionário inicial – Intervenção 2

Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais - Questionário Investigativo

Nome: _____ Idade: _____ Turma: _____

1) Para você, o que é um mineral?

2) Os minerais apresentam relação com a Química? E com o seu cotidiano?

3) Você acredita que podemos descobrir um mineral de forma? Justifique sua resposta.

Apêndice 3 – Livreto para pesquisa e anotações – Intervenção 3

1. A história dos minerais

Plínio, o velho (23 – 79d.C), filósofo e historiador do Império Romano, em 77 d.C. foi o primeiro a discutir a natureza dos minerais. Porém, no ano de 79 d.C, dois anos após suas descobertas, devido a destruição das cidades romanas de Pompéia e Herculano causadas pela erupção do Vulcão Vesúvio, Plínio acabou falecendo, e com ele, todas as suas escritas também.

Muito tempo depois, Georgius Agricola (Georg Bauer, 1494-1555) escreveu “De Re Metallica”, obra publicada em 1556 e que por mais de 200 anos foi a principal referência sobre minerais, rochas, mineração e metalúrgica, conforme imagens a baixo.

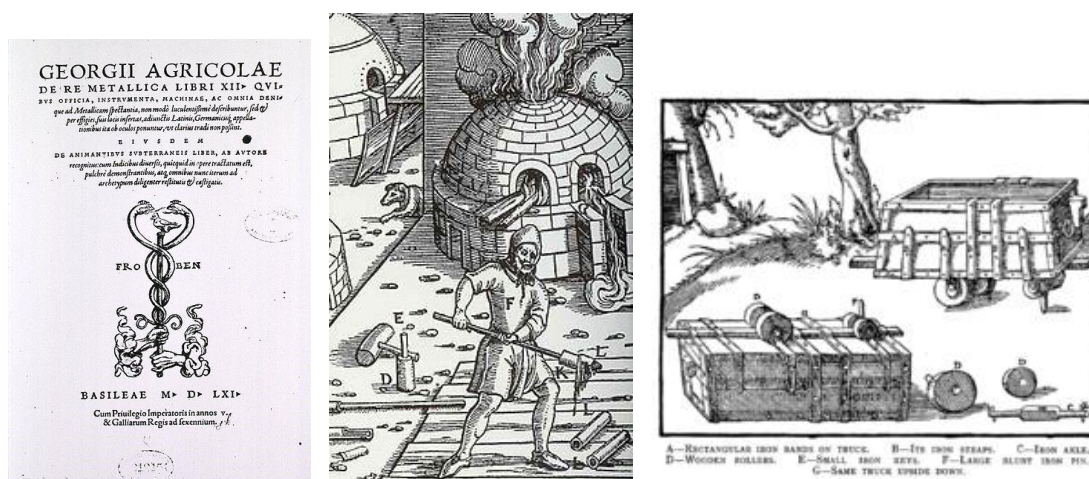


Imagem 1: Capa da obra "De Re Metallica"; Imagem 2 e 3: Fundição de Minério

Mas, como tudo, a Química haveria de estar relacionada, e isso aconteceu pelas mãos do químico Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), o qual mostrou como os minerais eram classificados de acordo com os íons presentes em sua composição química.

Desde então, em consequência da evolução tecnológica, vários equipamentos, como os microscópios foram surgindo, ajudando na análise microscópica dos minerais, como composição e estrutura química.

2. O que é um mineral?

“É uma substância inorgânica natural, sólida e cristalina, constituída por um único elemento químico ou por vários, formando uma substância composta, com composição química definida, podendo variar.



O que isso quer dizer???

Ou seja...

→ **Substância inorgânica e natural?**

Para os químicos, os minerais são classificados como inorgânicos, pois resultam de processos geológicos, ou seja, processos naturais, excluindo dessa forma, as substâncias artificiais e as substâncias biogênicas, como por exemplo, as conchas encontradas na praia, pois, mesmo possuindo a mesma composição química e estrutura cristalina do mineral calcita (CaCO_3), são formados por processos metabólicos de organismos vivos.



IMAGEM 4: Aragonita - CaCO_3



IMAGEM 5: Conchas do mar - CaCO_3

→ **Sólido?**

Quando dizemos que um mineral é sólido, estamos excluindo as hipóteses de minerais no estado físico líquido ou gasoso, com exceção do mercúrio (Imagem 6), que, por consenso da International Mineralogical Association (IMA) é considerado um mineral. Por exemplo, a água por ser líquida, não é considerada um mineral. Mas e o gelo? Já este, se for gelo produzido em casa, não é classificado como tal, por ser produzido pelo homem (sintético – IMAGEM 7), mas o gelo das geleiras sim, por ser produzida pela natureza (IMAGEM 8).



IMAGEM 6: Exceção → mercúrio (Hg)



IMAGEM 7: Gelo sintético



IMAGEM 8: Gelo mineral

→ Cristalino?

Um mineral é cristalino quando os átomos da sua estrutura química estão organizados em um arranjo tridimensional, também chamado de retículo cristalino.

Quando o processo de cristalização for lento e houver espaço livre entre os seus átomos, os minerais desenvolverão faces planas com ângulos definidos entre si, em decorrência de sua estrutura cristalina. Mas, mesmo grãos irregulares ou pequenos fragmentos de minerais sem essas faces regulares possuirão estrutura cristalina.

→ Constituído por um único elemento químico ou por um composto químico, o qual possui composição química definida, mas que pode variar?

Um mineral pode ser formado por um elemento químico, ou seja, por átomos de um único elemento químico, sendo chamados de minerais simples ou elementos nativos, como o ouro (átomos de ouro – IMAGEM 9) e o diamante (átomos de carbono).

Já os minerais formados por dois ou mais átomos diferentes, são chamados de minerais compostos, e são a maioria, como por exemplo, o quartzo (dióxido de silício), a fluorita (fluoreto de cálcio) e pirita (dissulfeto de ferro - IMAGEM 10), entre outros.



IMAGEM 9: Ouro- Au



IMAGEM 10: Pirita - dissulfeto de ferro (FeS_2)

Os minerais também possuem composição química definida, podendo variar. Ou seja, assim como as substâncias químicas vistas nas aulas de química, os minerais também

possuem uma fórmula química específica, como por exemplo, o quartzo, que contém em sua estrutura o silício e o oxigênio, sem outros elementos químicos na fórmula e é por isso ela é definida e fixa.

Então os minerais podem ser classificados como substâncias puras? Exato!!!.



Para a Química, uma substância pura, como o próprio nome já diz, é pura, ou seja, não há outras substâncias presentes, além dela.

Mas, o que isso quer dizer?

Quimicamente falando, isso quer dizer que nem sempre os minerais poderão ser classificados como substâncias puras, como por exemplo, a dolomita, cuja fórmula química dela pura é, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, mas, as vezes, o ferro e o manganês juntam-se a eles, mudando a estrutura, passando a ter fórmula química $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Mn})(\text{CO}_3)$.

3. Qual a importância de estudar os Minerais?

Quando falamos em minerais, pensamos em algo distante, sem nenhuma relação com o que fazemos no decorrer do nosso dia. Mas quem disse uma loucura dessas? Vamos imaginar o seguinte...

São exatamente 6 horas da manhã quando o despertador do celular começa a tocar aquela música bemmmm animada, como “Are you gonna be my girl” do JET. Mas com esse friozinho dá uma vontade de ficar mais 5 minutinhos na cama... Tenho que ir pra aula mesmo? Ok PREGUIÇA, saia desse corpo... É preciso levantar mesmo assim para ir ao banheiro e lavar o rosto.

Um pouco mais de ânimo e uma passadinha rápida na cozinha para tomar um copo de leite com Nescau ou um café preto, e comer uma torrada. Depois disso, é pegar a mochila e sair correndo esperar o Universidade que passará às 6:50 na parada, pois às 7:30 inicia a aula de Química...

Tá, mas e aí?? O que tem haver os minerais com o momento que vocês (nós) estão (estamos) vindo para o colégio?

Tudo a haver!!! E sabem por quê?

Para entender melhor, vamos analisar alguns dos itens citados ali em cima...

- **Celular** → Nos celulares há diversos minerais presentes em suas composições, como: cobre, ferro, alumínio, ouro, prata, estanho, níquel, chumbo, cádmio e o mercúrio.

- Banheiro →

- Pia e vaso sanitário: feldspato, argila, talco, pirolusita, cromita e cobre.
- Pasta de dente: apatita, fluorita e mica.
- Espelho: prata e quartzo.

- Cozinha →

- Vidros e louças: quartzo, talco, argila, calcário e feldspato.
- Geladeira: cromita, galena, hematita, cobre e mercúrio.
- Torradeira - cromita, hematita, cobre e pentlandita.

- Rua →

-
- Ônibus: ferro, manganês, cromo, ligas metálicas, zinco, platina, cobre e o alumínio.

E agora? Os minerais fazem ou não parte do nosso dia a dia?

Resumidamente, praticamente tudo o que fazemos durante o dia, seria impossível sem a presença dos minerais.

4. *Você sabe como os minerais são formados?*

Os minerais são formados por um processo químico chamado **cristalização**. Isso ocorre quando cristais microscópicos começam a crescer, parando somente depois de não ter mais espaço para o seu desenvolvimento. Quanto mais lento for o tempo de crescimento e maior o espaçamento entre os átomos dos cristais, maior e mais definidas as faces dos cristais serão, caso contrário, apenas grãos serão formados.

Por exemplo, temos uma solução formada por água e alguns sais, com partículas extremamente pequenas (menores que 1×10^{-9} /1 nanometro) e depois de certo tempo, assim como as roupas estendidas para secar, a água começa a evaporar lentamente. Mas, quando o

líquido não conseguir mais reter as partículas do sal em solução, ele começará a precipitar, ou seja, parte do sal solúvel passará a ser sólido.

Quanto mais lenta a evaporação da água, melhor os cristais serão formados e melhor definidos. Um mineral também pode ser formado quando os átomos ou íons nos sólidos, tornam-se móveis e reorganizam-se em altas temperaturas, para formar novos compostos.



Nos laboratórios de Química, cristais podem ser sintetizados, conforme mostram o exemplo da cristalização do alúmen de potássio e alumínio, processo da reciclagem do alumínio, abaixo:



IMAGEM 11: Tampas de Nescau.



IMAGEM 12: Cristais de alúmen de potássio e alumínio, obtido após a reciclagem do alumínio.

5. Minerais e sua Química

Como já visto antes, os minerais são formados por elementos químicos, sendo a minoria com composição química simples, como o diamante, ouro, enxofre e grafite. Já o restante dos minerais, são formados a partir da combinação de átomos de diferentes elementos químicos.

Mas, o que são átomos? Um átomo é a menor partícula da matéria, e é formado por partículas subatômicas, como os nêutrons e prótons, envolvidos por elétrons em constante movimento.

Átomo: prótons + nêutrons + elétrons

OBS: Na composição química dos minerais, íons também estão presentes, sendo estes, átomos que deixaram de ser neutro, pois ganharam ou perderam elétrons. Assim todo íon possuirá uma carga elétrica, que pode ser:

- Positiva (cátion): Quando o átomo original perdeu elétrons;
- Negativa (ânion): Quando o átomo original ganhou elétrons.

Mas como os átomos e/ou moléculas se ligam na formação dos minerais?

Conforme visto nas aulas de Química, as forças que ligam as partículas dos minerais são de natureza elétrica e de extrema importância para a determinação das suas propriedades físicas e químicas.

A dureza e a clivagem, por exemplo, estão diretamente relacionados com as forças das ligações, pois quanto mais fortes a ligação, mais duro o mineral será e, conseqüentemente, maior o seu ponto de fusão.

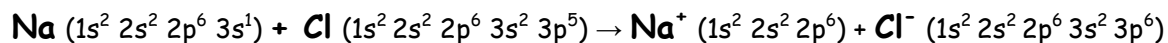
Na tabela abaixo, segue os tipos de ligações e interações químicas existentes nos minerais, para que estes mantenham-se unidos em uma estrutura cristalina.

Tabela 1: tipos de ligações e interações presentes na formação dos minerais

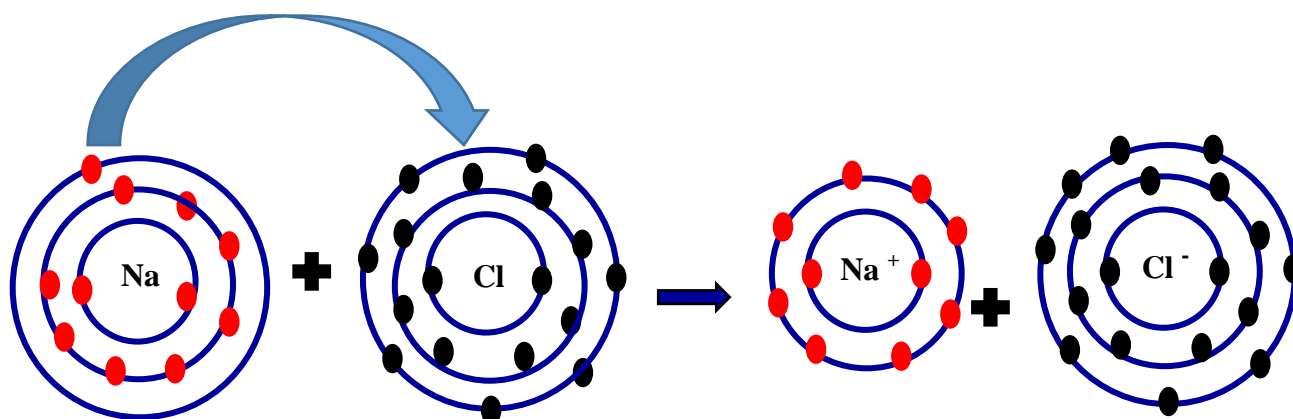
Tipos de ligações ou interações	Como se formam?	Exemplos
Iônica	Metal + Não Metal	NaCl
Covalente	H + H H + Não Metal Não Metal + Não Metal	H ₂ HCl Cl ₂
Metálica	Metais	Ferro metálicos, ligas metálicas
Interações de Van der Waals	Entre moléculas	H ₂ O

- Ligação iônica: A ligação iônica é formada pela atração eletrostática entre íons positivos e negativos, quando um ou mais elétrons transferem-se da camada de valência de um átomo para a camada de valência de outro.

O átomo que perde elétrons torna-se um cátion (íon positivo) e o que recebe elétrons torna-se um ânion (íon negativo), conforme mostra o exemplo da ligação existente na halita, um mineral com a mesma fórmula química do sal de cozinha (NaCl), onde o átomo de sódio, por ser um metal, transfere seu elétron da última camada para o átomo de cloro, o qual possui 7 elétrons na camada de valência. Após a transferência, ambos os elementos tornam-se estáveis. Veja o exemplo abaixo:



Como resultado da atração mostrado no esquema abaixo, ocorre a formação do composto estável NaCl, pois o Na tende a perder elétrons e se tornar cátion enquanto o Cl tende a captar elétrons e se tornar ânion.



ESQUEMA 1: ligação do tipo iônica ocorrendo entre os átomos de sódio e cloro.

- **Ligação covalente:** resulta do compartilhamento de elétrons entre átomos muito eletronegativos, ou seja, elementos não metálicos ou hidrogênios. Os minerais ligados por esse tipo de ligação caracterizam-se por insolúveis, estáveis, além de alto ponto de fusão e ebulição, como o diamante, que possui em cada átomo de carbono 4 elétrons na camada de valência que são compartilhados com 4 átomos de outros 4 carbonos, formando uma estrutura muito resistente e com alta dureza, conforme mostra a imagem abaixo:

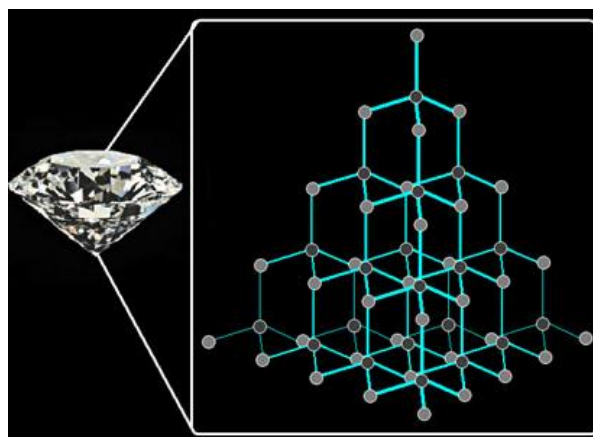


IMAGEM 13: Ligações covalentes presentes entre os átomos de carbono do diamante.

- **Ligação metálica:** Quando os metais se ligam por ligações metálicas, os átomos ficam unidos devido à uma força de atração entre os próprios metais. Neste tipo de ligação, quando muitos átomos estão juntos num cristal metálico, eles perdem seus elétrons da última camada, formando uma rede ordenada de íons positivos em constante movimento. Esses elétrons em movimentação explicam algumas das propriedades dos minerais, como por exemplo, a condutividade elétrica.

É o tipo de ligação que ocorre entre os átomos de metais.

- **Interações de Van Der Waals:** Esse tipo de interação ocorre entre as moléculas formadoras dos minerais, e não com seus átomos na formação das ligações.

Esse tipo de força têm origem eletrônica, surgindo da atração eletrostática entre nuvens de elétrons e núcleos atômicos. São fracas, se comparadas às ligações covalentes ou iônicas.

Esse tipo de interação, também chamada de dipolo-dipolo, são extremamente fracas, como no caso das micas, podendo ser separada em camadas, como mostra a imagem abaixo.



IMAGEM 14: Interações de Van der Waals ligando as camadas da mica.

6. *Identificando minerais através das suas propriedades.*

A identificação dos minerais pode ser feita de modo simples e a olho nu. Para isso, é preferível agrupar os minerais de acordo com algumas propriedades físicas observáveis, como por exemplo, os minerais que possuem o mesmo tipo de brilho e cor de traço, mas que terão diferente dureza, clivagem, hábito, etc.

Os minerais possuem várias propriedades, entre elas destacam-se as seguintes:

- **Hábito cristalino:** É a aparência externa de um mineral, ou seja, a forma cristalográfica, em que o mineral se cristaliza, podendo ser:

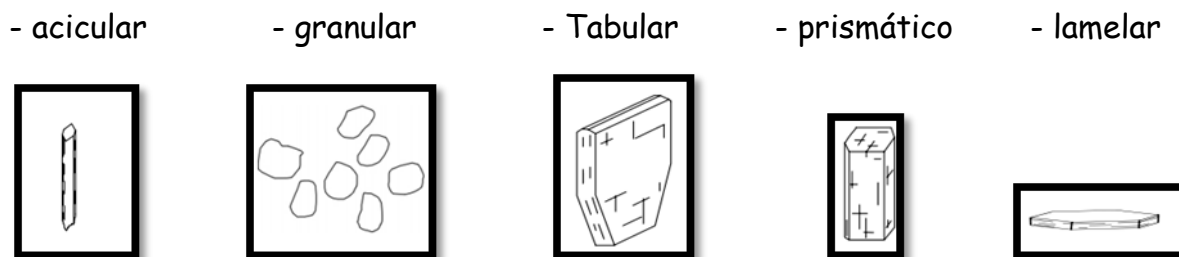


IMAGEM 15: Classificação dos hábitos cristalinos.

A mica, por exemplo, possui hábito laminar e a apatita prismático.

OBS: Nem todos os minerais possuem hábito característico que possa ser usado para a sua identificação.

As propriedades a seguir referem-se a cor, traço e brilho, ou seja, estão relacionados com o modo como a luz interage com um mineral. A luz pode ser espalhada, refletida, transmitida ou absorvida.

- Transparência: Descreve um mineral que transmite luz e através do qual um objeto pode ser visto.

Ex: Quartzo, calcita e fluorita são comumente transparentes.

- Translúcidos: Descreve um mineral capaz de transmitir luz, mas que não é transparente. Embora um mineral translucido permita que a luz seja transmitida, ele não irá mostrar a forma de um objeto visto através dele.

- Opaco: Descreve o mineral que é impenetrável à luz visível, como no caso dos minerais metálicos.

Exemplos:



IMAGEM 16: Transparência da calcita.



IMAGEM 17: Translúcido da ágata.

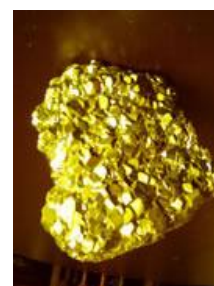


IMAGEM 18: Opaco da pirita.

- Brilho - Refere-se ao modo como o mineral reflete a luz. Existem dois tipos de brilho nos minerais: o metálico e o não metálico.

O brilho metálico é parecido com uma superfície polida, parecido com o ouro. Minerais com brilho metálico refletem luz e são opacos à luz transmitida. Já o brilho não-metálico é apresentado por muitos minerais que transmitem luz. Este tipo de brilho varia bastante e pode ser classificado em:

- Adamantino: Parecido com o brilho do diamante.

Ex: diamante

- Vítreo: parece ser um peça polida de vidro.

Ex: quartzo

- Sedoso: Possui aspecto sedoso, sendo característico de minerais fibrosos.

Ex: serpentina

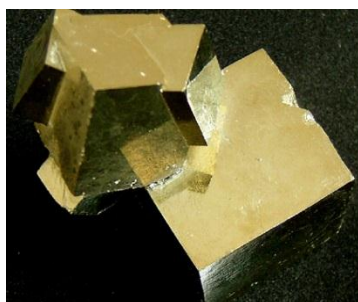


IMAGEM 19: Minerais com brilho metálico.



IMAGEM 20: Minerais com brilho não metálico.

- Cor - Alguns minerais possuem cor muito característica, facilitando na sua identificação, mas outros variam bastante, apresentando várias cores.

A cor dos minerais com brilho metálico varia muito pouco, porém, em alguns casos, tornam-se manchados com o tempo, desmascarando a cor verdadeira. Por exemplo, a galena tem uma cor de cinza chumbo e brilhante numa superfície recém-exposta, mas com o passar do tempo torna-se acinzentada devido a exposição com o ar. Já os minerais com brilho não-metálico podem apresentar várias cores, como por exemplo, o feldspato, os quais chegam a variar do branco puro até cinza escuro.

A cor de um mineral resulta da absorção seletiva de comprimentos de onda da luz visível, principalmente em virtude da presença de elementos químicos de transição, como o Fe, o Cu, o Ni, entre outros.

Os minerais com cores características são chamados de idiocromáticos, como a malaquita, que é verde, enquanto que os alocrômicos apresentam cores variadas, como a fluorita e o quartzo.

- Traço – É a cor do pó obtido ao se riscar o mineral contra uma placa de porcelana. Esta propriedade é útil para se identificar minerais opacos, que em geral apresentam traço colorido. A maioria dos minerais translúcidos ou transparentes possuem traço incolor.



IMAGEM 21: Testando os traços dos minerais.

- Dureza – É a resistência do mineral ao ser riscado. Para classificá-la, utiliza-se a escala relativa de dureza de Mohs, conforme mostra a tabela abaixo. Esta escala baseia-se na dureza de dez minerais considerados como padrões, e serve para indicar que os minerais de dureza maior riscam os minerais de dureza menor.

Tabela 2: Escala de Mohs

Mineral	Dureza
Talco	1.0
Gipsita	2.0
Calcita	3.0
Fluorita	4.0
Apatita	5.0
Ortoclásio	6.0
Quartzo	7.0
Topázio	8.0
Corídon	9.0
Diamante	10.0

- Densidade- A densidade relativa de um mineral indica quantas vezes certo volume do mineral é mais pesado que o mesmo volume de água a 4°C. Como a densidade da água é muito próxima a 1 g/cm³, ambas as notações têm valores numéricos muito próximos.

- Germinação - É a propriedade de certos cristais de se apresentarem inter crescidos de maneira regular. A geminação pode ser simples, quando envolve dois indivíduos inter crescidos, ou múltipla, quando há um número maior de indivíduos. O tipo de geminação pode ser uma propriedade diagnóstica do mineral, como no caso da geminação em cruz da estauroлита ((Fe,Mg)₂Al₉(Si,Al)₄O₂₀(O,OH)₄) ou da geminação múltipla do plagioclásio ((Na,Ca)(Si,Al)₄O)₈.

7. Equipamentos necessários na determinação das propriedades físicas dos minerais

Antes de descrever as propriedades dos minerais, é importante saber os equipamentos simples necessários.

- Placa de porcelana branca fosca (não esmaltada).
- Canivete ou lâmina de aço.
- lupa que aumente 10 vezes.

8. Testando as propriedades físicas dos minerais

Amostra:	Nome do mineral:	Fórmula Química:
Responda: Quais elementos químicos estão presentes na composição Química deste mineral?		
Propriedades	O que vocês acharam?	Está correto?
Hábito Cristalino		
Transparência	() Sim () Não	

Translucido	() Sim () Não	
Opaco	() Sim () Não	
Brilho		
Densidade		
Germinação	() Sim () Não	
Cor		
Traço		
Dureza		

Após a comparação com os resultados, o que o grupo achou desta atividade? Vocês sentiram dificuldade ou facilidade? O que mais chamou a atenção de vocês?

Apêndice 4 – Questionário inicial – Intervenção 4



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais – Questionário Investigativo Inicial

Nome: _____

1) Quais os íons (minerais) você considera mais importantes para a sua saúde? Em quais alimentos podem ser encontrados?

2) Os dentes são constituídos de três partes principais. Marque a alternativa que corresponde a elas:

- a) esmalte, colo e polpa;
- b) dentina, raiz e coroa;
- c) raiz, cimento e coroa;
- d) coroa, colo e raiz;
- e) dentina, polpa e raiz.

3) De acordo com o que você sabe sobre erosão, o que você entende pelo processo de erosão dental?

4) Qual o principal problema de saúde bucal causado pelo consumo demasiado e frequente de bebidas e alimentos como: refrigerante, frutas e suco de frutas cítricas, vinagre vinho e café? _____

5) Sobre o elemento cálcio, assinale a(s) alternativa(s) corretas:

<input type="checkbox"/> Faz parte da família dos calcogênios;	<input type="checkbox"/> Seu íon é o Ca^{2-}
<input type="checkbox"/> Compõe quase a totalidade do esmalte dentário	<input type="checkbox"/> Sua falta no organismo pode causar osteoporose
<input type="checkbox"/> Pode formar carbonato de cálcio, CaCO_3	<input type="checkbox"/> Possui 3 elétrons na camada de valência

Apêndice 5 – Questionário final – Intervenção 4



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais – Questionário Investigativo Final

Nome: _____

1) Após nossa aula, o que você entende por processo de erosão dental?

2) Os dentes são constituídos de três partes principais. Marque a alternativa que corresponde a elas:

- a) esmalte, colo e polpa; b) dentina, raiz e coroa; c) raiz, cimento e coroa;
d) coroa, colo e raiz; e) dentina, polpa e raiz.

3) Qual o principal problema de saúde bucal causado pelo consumo demasiado e frequente de bebidas e alimentos como: refrigerante, frutas e suco de frutas cítricas, vinagre vinho e café? _____

4) Sobre o elemento cálcio, assinale a(s) alternativa(s) corretas.

<input type="checkbox"/> Faz parte da família dos calcogênios;	<input type="checkbox"/> Seu íon é o Ca^{2-}
<input type="checkbox"/> Compõe quase a totalidade do esmalte dentário	<input type="checkbox"/> Sua falta no organismo pode causar osteoporose
<input type="checkbox"/> Pode formar carbonato de cálcio, CaCO_3	<input type="checkbox"/> Possui 3 elétrons na camada de valência

5) De acordo com as alternativas apresentadas abaixo, marque V para as corretas e F para as falsas.

- F^- (fluoreto) é um íon presente na dentina, responsável pela sensibilidade;
- Cálcio é o mineral mais abundante presente no esmalte dos dentes, constituindo cerca de 96% do mesmo;
- O Fluoreto é capaz de substituir o íon OH^- na hidroxiapatita do esmalte do dente, tornando-o mais resistente ao ataque de ácidos presentes nos alimentos;
- Íons cálcio são absorvidos no processo de desmineralização do esmalte presente nos dentes, por isso estão presentes em grande parte na composição dos mesmos.
- A reação de mineralização é a que forma o mineral hidroxiapatita, quando íons Fosfato, Hidroxila e Cálcio se ligam.

() A reação de desmineralização é oposta à de mineralização, quando parte da hidroxiapatita se dissolve na saliva e os íons Fosfato, Hidroxila e Cálcio se separam.

Apêndice 6 – Planilha dos resultados – Intervenção 5

Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais - Questionário Investigativo Inicial

Nome: _____

Bebida	pH aproximado da bebida	Massa inicial do dente (g)	Massa final do dente (g)
O que você notou de diferente no dente?			

Apêndice 7 – Questionário inicial – Intervenção 5



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais – Questionário Investigativo

Nome: _____ Idade: _____ Turma: _____

1) Você sabe o que significa dizer que um mineral é um sólido cristalino?

2) Para você, como os minerais são formados?

3) Você acredita que os minerais possuem alguma relação com a reciclagem? De que forma?

Apêndice 8 – Questionário final – Intervenção 5



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
A Química dos Minerais – Questionário Investigativo

Nome: _____ Idade: _____ Turma: _____

1) De acordo com as alternativas apresentadas abaixo, marque V para as corretas e F para as falsas.

() Os minerais são formados na crosta terrestre a partir do processo de cristalização, ou seja, através do crescimento de um sólido com uma determinada composição química

() Uma substância é sólida devido à proximidade entre seus átomos e/ou moléculas que a constituem, não apresentando forma fixa, por isso que depende do tamanho e da forma do recipiente em que está inserido

() Na mineralogia, todos os minerais devem ser substâncias sólidas, com exceção do mercúrio, um mineral encontrado em condições ambientes na forma líquida

() Durante o processo de formação dos minerais, ou seja, de cristalização, os minerais crescem até que haja espaço e líquido suficiente para o seu desenvolvimento.

() Os minerais são formados naturalmente por processos geológicos e também produzidos sinteticamente

() Os minerais são cristalinos porque seus átomos são organizados em um arranjo tridimensional ordenado, produzindo retículos cristalinos, onde cada átomo ocupa uma posição bem definida

2) Para você, como os minerais são formados?

3) O que você achou desta aula?

() Boa () Divertida () Ótima () Difícil () Ruim

Justifique sua resposta.

Apêndice 9 – Questionário de encerramento



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Centro de Ciências Naturais e Exatas
A Química dos Minerais

Nome: _____

Turma: Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa de mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria. Sua contribuição para a mesma se dará através do preenchimento deste questionário, e é de extrema importância. Sua identidade será preservada.

1) Você gosta da disciplina de Química? () Sim () Não

Por quê?

2) Qual a sua opinião sobre as aulas práticas ou experimentais de Química? Elas fazem a diferença durante as aulas?

3) No decorrer do ano, realizamos algumas atividades práticas sobre a “A Química dos Minerais”. Você acredita que essa relação da disciplina de Química com a Geografia, de alguma forma ajudou na compreensão dos conteúdos de Química bem como a relação com o cotidiano? Justifique sua resposta.

4) Na sua opinião, qual a relação da Química com os Minerais? Os minerais são importantes para o nosso dia a dia? Comente.

5) Se você pudesse atribuir um valor entre 1 e 10 para as aulas realizadas sobre “A Química dos Minerais”, qual valor atribuiria?

()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9 ()10

Por quê?

6) Na sua concepção, qual a importância de se realizar atividades experimentais? Para responder a este questionamento, atribua valores de 1 a 5 para a importância da realização das atividades através da tabela abaixo, considere:

Valor 1- SEM IMPORTÂNCIA

Valor 2 – POUCA IMPORTÂNCIA

Valor 3 – IMPORTANTE

Valor 5 – IMPORTANTÍSSIMO

<i>IMPORTÂNCIA</i>	<i>Valores</i>				
Relacionada aos conhecimentos dos conteúdos de Química utilizando atividades experimentais					
Melhorar a aprendizagem da teoria vista em sala de aula;	1	2	3	4	5
Aprender através da prática, os conceitos científicos de Química;	1	2	3	4	5
Averiguar os princípios teóricos de Química;	1	2	3	4	5
Relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano;	1	2	3	4	5
Visualizar a teoria através da prática;	1	2	3	4	5
Fazer a prática para visualizar a teoria;	1	2	3	4	5
Propor hipóteses para solucionar problemas sugeridos pelo professor.	1	2	3	4	5
Relativa ao saber fazer o procedimento experimental					
Desenvolver a observação;	1	2	3	4	5
Aprender técnicas de laboratório;	1	2	3	4	5
Desenvolver o raciocínio;	1	2	3	4	5
Expor resultados e conclusões dos experimentos;	1	2	3	4	5
Aprender a manipular os materiais/vidrarias utilizados.	1	2	3	4	5
Relativa ao ser (conhecimento atitudinal).					
Ficar motivado;	1	2	3	4	5
Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;	1	2	3	4	5
Desenvolver a iniciativa pessoal.	1	2	3	4	5