

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

***“O método investigativo em aulas teóricas de Química:
estudo das condições da formação do espírito científico”***

Ana Cláudia Kasseboehmer*

TESE apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTORA EM CIÊNCIAS, área de concentração: QUÍMICA.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira

*** bolsista Capes**

**São Carlos - SP
2011**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

K19mi

Kasseboehmer, Ana Cláudia.

O método investigativo em aulas teóricas de química :
estudo das condições da formação do espírito científico /
Ana Cláudia Kasseboehmer. -- São Carlos : UFSCar, 2011.
180 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos,
2011.

1. Química - ensino. 2. Bachelard, Gaston, 1884-1962. 3.
Ensino de Ciências. 4. Química (Ensino médio). 5. Ciência -
metodologia. 6. Metodologia de investigação – concepções
I. Título.

CDD: 540.7 (20^a)

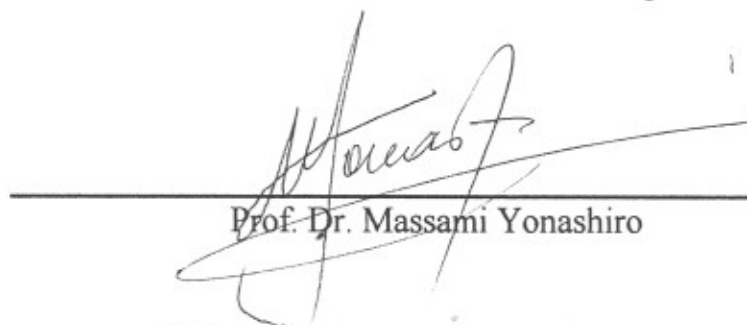
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Curso de Doutorado

Assinaturas dos membros da banca examinadora que avaliaram e aprovaram a defesa de tese de doutorado da candidata Ana Cláudia Kasseboehmer, realizada em 25 de fevereiro de 2011:


Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira


Profa. Dra. Joana de Jesus de Andrade


Profa. Dra. Maisa Helena Altarugio


Prof. Dr. Massami Yonashiro


Prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig

À minha querida mãe,
minha querida irmã,
meu querido pai.

AGRADECIMENTOS

- ✓ A minha mãe pelas palavras e pelos abraços de conforto nos momentos bons e naqueles não tão bons e pelos incentivos nos momentos de indecisão, a minha irmã pelo amor e pelos conselhos que organizam meus pensamentos e ao meu pai pelos ensinamentos.
- ✓ Ao Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira por ter se tornado um referencial de como ensinar e pesquisar com ética e comprometimento acreditando na capacidade dos indivíduos de se superarem.
- ✓ Aos Profs. Dr. Dácio Rodney Hartwig, Dr. Massami Yonashiro e Dra. Wania da Conceição Moreira pelas contribuições ao trabalho apresentadas no Exame de Qualificação e no Seminário.
- ✓ Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UFSCar pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa e às secretárias Cris, Lú e Ariane pelo auxílio com as questões burocráticas.
- ✓ A Capes, pelo auxílio financeiro.
- ✓ Às Professoras Marli e Rosângela e ao Professor Ronaldo por abrir as portas de suas salas para a realização desta pesquisa.
- ✓ Aos estudantes e às estudantes que participaram das atividades de investigação;
- ✓ Ao Grupo LENAQ – Laboratório de Ensino e de Aprendizagem de Química pela convivência.
- ✓ Aos meus amigos e amigas que me aconselham, apóiam-me nos momentos difíceis e se alegram com as minhas conquistas.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1. – Comparação entre pós-modernidade e modernidade radicalizada (adaptada de GIDDENS, 1991, p. 150)	09
QUADRO 2.1. – Seleção de alguns obstáculos epistemológicos exemplificados com concepções alternativas relatadas na literatura	16
QUADRO 3.1. – Diferenciação entre as metodologias que consideram a problematização em aulas de Química e o método investigativo (MI) em aulas teóricas aqui proposto	40
QUADRO 5.1. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	96
QUADRO 5.2. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes	98
QUADRO 5.3. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	101
QUADRO 5.4. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	104
QUADRO 5.5. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes	108
QUADRO 5.6. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	110
QUADRO 5.7. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	121
QUADRO 5.8. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes.....	124

QUADRO 5.9. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	125
QUADRO 5.10. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	129
QUADRO 5.11. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	131
QUADRO 5.12. – Categorias obtidas, freqüência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	133
QUADRO 5.13. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “A” para as investigações de que participou.....	137
QUADRO 5.14. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “A” para as investigações de que participou.....	138
QUADRO 5.15. – Sequência das respostas de um estudante da Escola “C” para as investigações de que participou.....	143
QUADRO 5.16. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “C” para as investigações de que participou.....	146

LISTA DE TABELAS

- TABELA 4.1. – Freqüência das respostas assinaladas pelos estudantes para justificar por que gostaram de participar do projeto na questão 1 do QF. Os estudantes poderiam assinalar mais de uma alternativa 55
- TABELA 4.2. – Categorias obtidas e número de respostas para aspectos positivos do projeto quando se solicitou que os estudantes expressassem sua opinião sobre o projeto discursivamente. As respostas dos estudantes foram enquadradas em mais de uma categoria 56
- TABELA 4.3. – Freqüência das respostas assinaladas pelos estudantes para justificar por que não gostaram de participar do projeto na questão 1 do QF. Os estudantes poderiam assinalar mais de uma alternativa 57
- TABELA 4.4. – Categorias obtidas para aspectos negativos do projeto quando se solicitou que os estudantes expressassem sua opinião sobre o projeto discursivamente. As respostas dos estudantes foram enquadradas em mais de uma categoria 58
- TABELA 4.5. – Porcentagem de estudantes que assinalaram ao menos uma vez as atividades de investigação como um ponto interessante das aulas de Química nos QA em cada turma participante 59
- TABELA 4.6. – Desempenho dos estudantes na identificação das etapas hipótese; estratégia para verificar se a hipótese é coerente e hipótese descartada no texto da questão 2 do QF 68
- TABELA 4.7. – Desempenho dos estudantes na compreensão das etapas hipótese; estratégia e discussão coletiva da questão 3 do QF 70
- TABELA 4.8. – Avaliação dos estudantes da Escola “A” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia 74

TABELA 4.9. – Avaliação dos estudantes da Escola “B” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia 74

TABELA 4.10. – Avaliação dos estudantes da Escola “C” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia 75

TABELA 4.11. – Análise das respostas apresentadas pelos estudantes para alguns conceitos de Química 78

TABELA 4.12. – Números de devolução das atividades de investigação por turma e por atividade 81

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 4.1. – Gráfico da devolução das atividades de investigação por turma e por atividade. O valor de devolução para a quinta investigação na turma B2 foi excluído para melhor visualização dos outros dados no gráfico..... 81
- FIGURA 4.2. – Cópia de um dos retornos elaborados para uma estudante da Escola “C” 83
- FIGURA 4.3. – Cópia de um dos retornos elaborados para uma estudante da Escola “A” 83
- FIGURA 5.1. – Representação do movimento das moléculas por uma aluna..... 100

RESUMO

O MÉTODO INVESTIGATIVO EM AULAS TEÓRICAS DE QUÍMICA: ESTUDO DAS CONDIÇÕES DA FORMAÇÃO DO ESPÍRITO CIENTÍFICO – Este trabalho teve por objetivo compreender as condições que podem levar à formação do espírito científico aplicando problemas investigativos em aulas teóricas de Química. O principal referencial teórico foi Bachelard. Foram elaborados dois tipos de atividades de investigação: o primeiro relacionado à compreensão de fenômenos, caso em que se solicitou aos estudantes que elaborassem uma explicação para a ocorrência daquele fenômeno, utilizando conceitos científicos e estratégias para verificar se sua hipótese era coerente. O outro tipo de investigação remete ao estudo de processos químicos elaborados pelo homem e os estudantes foram chamados a propor sugestões de procedimento para solucionar o problema. Em ambos os casos eram fornecidas algumas pistas que eles poderiam utilizar. No início do período letivo, uma apresentação em power point foi feita para os estudantes, para embasar a defesa do prazer que o estudo pode proporcionar e um pequeno exercício foi feito para praticar a elaboração de hipóteses e estratégias de verificação. Após o ensino, pelo professor, dos conceitos necessários a cada investigação, uma atividade investigativa era proposta aos estudantes. Na semana seguinte, após o recolhimento das folhas de atividade respondidas, realizava-se uma discussão coletiva, na qual se incentivava que os estudantes expusessem suas hipóteses, as estratégias de verificação e criticassem as ideias dos colegas. Após cada discussão coletiva, os estudantes eram entrevistados. Os professores foram entrevistados no início do projeto, ao final do primeiro semestre e ao final da coleta de dados. Os estudantes responderam questionários ao início da coleta, no decorrer e no final do projeto. A aplicação de problemas teóricos em aulas de Química apresentou potencial para ensinar sobre a natureza das ciências e uma aceitação bastante positiva pelos estudantes. Observou-se que as atividades de investigação impactaram de maneiras distintas nas escolas públicas e na particular. Nesta, os estudantes utilizavam os conceitos que aprendiam para elaborar suas hipóteses, evidenciando maior rendimento escolar, mas demonstraram menor satisfação em participar e menor liberdade para ousar em suas propostas. Os das escolas públicas sentiram maior satisfação em conviver com o projeto e mostraram maior liberdade de criação de ideias, o que foi prejudicado pelos problemas conceituais verificados. Assim, três fatores que contribuiriam para a formação do espírito científico: conhecimento sobre a natureza das ciências; domínio de conceitos científicos e disposição para a imersão em problemas científicos.

ABSTRACT

THE INVESTIGATIVE METHOD IN THEORETICAL CLASSES OF CHEMISTRY: STUDY OF THE CONDITIONS OF FORMATION OF SCIENTIFIC SPIRIT - This

This work aims to understand the conditions that can lead to the formation of the scientific spirit applying investigative problems in theoretical classes of chemistry. The main theoretical reference that guided this research was Bachelard. Two types of investigative activities were prepared: the first one was related to the understanding of phenomena, in which case the students were asked to elaborate an explanation for the occurrence of that phenomenon, using scientific concepts and strategies to verify whether their hypothesis was consistent. The other type of investigation refers to the study of chemical processes developed by the human being and the students were asked to offer suggestions for procedure to solve the problem. In both cases few clues were given so that they could use. At the beginning of the year, a power point presentation was done to the students to defend the idea of the pleasure that studying can proportionate and an exercise was done to practice de elaboration of hypothesis and strategies of verification. After the teacher explain de concepts required to each investigation, an investigative activity was proposed to the students. At the follow week, after taking the answers back from the students, a group discussion was made in which the students were encouraged to expose their assumptions, strategies to check and criticize the ideas of colleagues. After each group discussion, students were interviewed. Teachers were interviewed at the beginning of the project, the end of first semester and the end of data collection. Students completed questionnaires at the beginning of the collection, during and at the end of the project. The research demonstrated that the application of theoretical problems in chemistry classes demonstrated ability to teach about the nature of science, as well as a very positive acceptance by students. Thus, it was observed that the investigative activities impacted in different ways in public and in private schools. The students in private schools used the concepts they learned to develop their hypotheses, showing greater academic efficiency. On the other hand, they showed less satisfaction and less freedom to innovate in their proposals. The public school students, in turn, felt more satisfaction in dealing with the project and showed greater freedom to create ideas, which has been hampered by observed conceptual problems. The data and results of this research allow suggesting that three factors contribute to the formation of the scientific spirit: knowledge about the nature of science; the domain of scientific concepts and a willingness to immerse themselves in scientific problems.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. – Pré-modernidade: o domínio da filosofia	1
1.2. – A Modernidade e a rigidez do método	2
1.3. – Atualidade: Modernidade Inacabada ou Pós-Modernidade?	6
1.4. – As avaliações do Ensino de Ciências no Brasil e a perspectiva adotada neste trabalho	9
1.4.1. – A situação do ensino de Ciências/Química no Brasil	9
1.4.2. – A perspectiva na qual se insere este trabalho	11
Capítulo 2 – Referenciais Teóricos	13
2.1. – Crítica à epistemologia racionalista e à pedagogia acrítica	13
2.2. – Pedagogia consciente para a formação do (novo) espírito científico	14
2.3. – Vida de cientista	23
2.4. – Relação dos estudantes com o conhecimento e a escola	27
2.5. – Metodologias de ensino que consideram a problematização de conceitos científicos	32
2.5.1. – Educar pela pesquisa	33
2.5.2. – Problematização inicial	33
2.5.3. – Proposição de modelos	34
2.5.4. – Método investigativo	35
Capítulo 3 – Questão de Pesquisa e Metodologia.....	37
3.1. – Questão de pesquisa	37
3.1.1. – Delimitando o método investigativo	38
3.2. – Procedimentos metodológicos	40
3.2.1. – Instrumentos de coletas de dados	42
3.3. – Rotina de coletas de dados	46
3.3.1. – Curso para professores participantes	46
3.3.2. – Aplicação das investigações, questionários e entrevistas	48

3.4. – Caracterização dos sujeitos e do ambiente de pesquisa.....	50
3.4.1. – Escola “A”	50
3.4.2. – Escola “B”	51
3.4.3. – Escola “C”	52
3.5. – Considerações sobre a coleta de dados.....	53

Capítulo 4 – Avaliação do método investigativo 54

4.1. – Sobre o método investigativo em aulas teóricas de Química	54
4.1.1. – Aceitação dos estudantes em relação ao projeto	54
4.1.2. – Relação dos professores com o projeto.....	60
4.1.3. – Contribuição do projeto para compreensão sobre o trabalho do cientista	67
4.2. – Atuação dos estudantes no projeto	77
4.2.1. – Sobre a familiaridade dos estudantes com conceitos químicos..	77
4.2.2. – Participação em relação à devolução das atividades de investigação	80
4.2.3. – Participação nas discussões coletivas.....	85
4.2.4. – Reflexões sobre as escolas estudadas: relação dos estudantes com o saber	87

Capítulo 5 – As hipóteses e as estratégias produzidas 93

5.1. – As hipóteses e as estratégias elaboradas	93
5.1.1. – Escola “A”	93
5.1.1.1. – 1ª Investigação.....	93
5.1.1.2. – 2ª Investigação.....	97
5.1.1.3. – 3ª Investigação.....	100
5.1.1.4. – 4ª Investigação.....	103
5.1.1.5. – 5ª Investigação.....	106
5.1.1.6. – 6ª Investigação.....	108
5.1.2. – Escola “B”	112
5.1.2.1. – 1ª Investigação.....	112
5.1.2.2. – 2ª Investigação.....	113

5.1.2.3. – 3ª Investigação.....	114
5.1.2.4. – 4ª Investigação.....	116
5.1.2.5. – 5ª Investigação.....	117
5.1.2.6. – 6ª Investigação.....	119
5.1.3. – Escola “C”	120
5.1.3.1. – 1ª Investigação.....	120
5.1.3.2. – 2ª Investigação.....	123
5.1.3.3. – 3ª Investigação.....	125
5.1.3.4. – 4ª Investigação.....	127
5.1.3.5. – 5ª Investigação.....	128
5.1.3.6. – 6ª Investigação.....	130
5.1.3.7. – 7ª Investigação.....	132
5.2. – As condições para a formação do espírito científico	135
5.2.1. – Nas escolas públicas	135
5.2.2. – Na escola particular	141
Capítulo 6 – Conclusões e Considerações Finais	148
6.1. Conclusões.....	148
6.2. Considerações Finais	151
Referências Bibliográficas	154

APÊNDICES

Apêndice 01: Atividade de Investigação 1
Apêndice 02: Atividade de investigação 2
Apêndice 03: Atividade de investigação 3
Apêndice 04: Atividade de investigação 6
Apêndice 05: Atividade de investigação 7
Apêndice 06: Atividade de investigação 8
Apêndice 07: Atividade de investigação 9
Apêndice 08: Atividade de investigação 10
Apêndice 09: Questionário Inicial
Apêndice 10: Roteiro 1: Entrevista após cada investigação e a discussão coletiva

Apêndice 11: Questionário de Acompanhamento

Apêndice 12: Questionário Final

Apêndice 13: Roteiro 2: Caso 1 (C1) – alunos que eram entrevistados após cada discussão coletiva

Apêndice 14: Roteiro 3: Caso 2 (C2) – alunos que participavam das discussões coletivas, mas não respondiam a folha de atividades que levavam para casa

Apêndice 15: Roteiro 4: Caso 3 (C3) – alunos que não participavam da discussão coletiva nem respondiam a folha de atividades

Apêndice 16: Roteiro 5: Entrevista Inicial para Professores

Apêndice 17: Roteiro 6: Entrevista de Acompanhamento para Professores

Apêndice 18: Roteiro 7: Entrevista Final para Professores

Capítulo 1

Introdução

"Não nos perguntamos qual o propósito útil dos pássaros cantarem, pois o canto é o seu prazer, uma vez que foram criados para cantar. Similarmente, não devemos perguntar porque a mente humana se inquieta com a extensão dos segredos dos céus... A diversidade do fenômeno da Natureza é tão vasta e os tesouros escondidos nos céus tão ricos, precisamente para que a mente humana nunca tenha falta de alimento."

Kepler.

O primeiro capítulo aborda, de maneira sucinta, as formas como a educação e o conhecimento foram pensados ao longo da História. Apresentam-se, em seguida, a pós-modernidade e a modernidade inacabada, como formas de pensamento para explicar a atualidade, encerrando com alguns dados sobre a situação do ensino de Química, no Brasil, que apontam para a necessidade de se repensar o papel da escola.

1.1 – Pré-modernidade: o domínio da filosofia

A primeira grande questão que incomodou o ser humano e estimulou-o a desenvolver e produzir conhecimento foi entender "O que é o Ser".

ARISTÓTELES (384 a.C. - 322 a.C.), considerado o pai da Filosofia, por promover o primeiro esforço de explicação sistemática das idéias filosóficas, foi adotado pelos gregos como um guia a ser seguido. Isso porque, até então, os gregos se consideravam submissos e inferiores à natureza e, portanto, não possuíam o direito de conhecê-la ou de tentar explicar as causas primárias das coisas.

A filosofia desenvolvida por Aristóteles, denominada metafísica, busca explicações universais e perenes para o ser enquanto ser, princípios dos quais todas as outras coisas derivam. Essas definições elucidam como as coisas são em sua essência:

(...) a investigação das coisas que são, enquanto são, também diz respeito a uma ciência. Ora, em todos os casos o conhecimento

sobretudo tange àquilo que é primário, isto é, aquilo de que todas as outras coisas dependem e do que extraem seus nomes. Se, então, a substância é essa coisa primária, é das substâncias que o filósofo deve apreender os primeiros princípios e causas (ARISTÓTELES (384-322a.C.), 2006, p. 104).

A visão metafísica desenvolve o conceito de “lugar natural”, em que, por existir uma causa principal ou final, tudo tende a fixar-se em lugares preestabelecidos. Dessa forma, a escravidão é facilmente justificada nesse raciocínio, uma vez que o escravo o é por natureza, por ocupar o “lugar natural” de escravo. A arte de conhecer as causas primárias é, para Aristóteles, mais importante que a arte da experiência, visto que esta se restringe ao conhecimento de casos particulares:

(...) o conhecimento e a competência pertencem antes à arte que à experiência, e supomos que artistas sejam mais sábios do que homens de mera experiência (o que significa que, em todos os casos, a sabedoria depende mais propriamente do conhecimento), e isto porque os primeiros conhecem a causa, ao passo que os segundos não a conhecem, uma vez que os homens de experiência conhecem o fato, mas não o porquê; os artistas, contudo, conhecem o porquê e a causa (ARISTÓTELES (384-322a.C.), 2006, p. 44).

Para Aristóteles, o argumento de maior validade é aquele que se baseia no silogismo. O raciocínio silogístico parte de definições metafísicas – nas quais as coisas são denominadas por seus princípios fundamentais, o ser como ser – e, a partir de objeções lógicas, é possível empreender-se uma investigação particular, por deduções. Por exemplo, se A está contido em B e B está em C, portanto, A está contido em C, raciocínio em que, do princípio chega-se ao particular, por lógica, por dedução. Por isto, Aristóteles é conhecido como o pai da Lógica.

No plano da educação, o acesso não era universal e tanto como o desenvolvimento de novos conceitos metafísicos, restringia-se aos cidadãos, homens que tinham oportunidade de desfrutar do chamado ócio produtivo.

1.2 – A Modernidade e a rigidez do método

Segundo SANTOS B. (2008), a partir do século XVI, a concepção metafísica de se compreender o conhecimento e a sociedade passou a ser

contestada. Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) e Isaac Newton (1643-1727) apresentaram suas contribuições para a ciência, a partir de observação empírica e da utilização de instrumentos, como o telescópio. Essas produções causaram uma revolução científica e desenvolveram uma nova consciência filosófica para nortear a construção de conhecimento.

No campo filosófico, deram respaldo a essa nova forma de pensar, filósofos tais como Francis Bacon (1561-1626) – considerado o primeiro cientista –, René Descartes (1596-1650) e Immanuel Kant (1724-1804). O raciocínio silogístico, até então aceito e utilizado, passa a ser contestado por uma concepção em que as teorias são submetidas ao valor da experiência.

Pois Aristóteles estabelecia antes as conclusões, não consultava devidamente a experiência para estabelecimento de suas resoluções e axiomas. E tendo, ao seu arbítrio, assim decidido, submetia a experiência como a uma escrava para conformá-la às suas opiniões. (BACON, trad. Andrade, 1979, p.33).

Descartes desenvolve a ideia de que o homem é dividido em Res extensa – “coisa” que pode ser medida e Res cogitans – “coisa” que pensa, a “alma”. Kant, por sua vez, considera que a crítica e a razão funcionam como um tribunal que pode discernir entre o verdadeiro e o falso. Bacon compreende que o conhecimento deve ser construído a partir de experimentos desenvolvidos sem a interferência do cientista, a partir dos quais as teorias podem, então, ser trabalhadas: *“A melhor demonstração é de longe, a experiência, desde que se atenha rigorosamente ao experimento. Se procuramos aplicá-la a outros fatos tidos por semelhantes, a não ser que se proceda de forma correta e metódica, é falaciosa (...)”* (BACON, trad. Andrade, 1979, p. 39).

Busca-se entender, agora, “O que é o mundo”. Para a mecânica newtoniana, o mundo material é eterno e isolado, podendo aproximar-se de uma máquina determinada por leis físicas e matemáticas, a qual, a partir da racionalidade cartesiana, permite decompô-lo nas partes que o constituem (SANTOS B., 2008). Dessas concepções, deriva o método das ciências naturais, objetivo e neutro, que vai nortear a forma de produção de conhecimento na modernidade.

Ainda de acordo com SANTOS B. (2008), o conhecimento produzido a partir do método das ciências naturais era dito científico, num paradigma em que as outras formas de conhecimento – senso comum, humanidades – são consideradas

não-científicas ou irracionais. Por isso, o autor classifica essa racionalidade como um modelo totalitário, visto que nega aquilo que não se baseia em seus procedimentos epistemológicos e metodológicos.

Conforme SANTOS B. (2008), as principais características do método científico podem ser assim resumidas:

- Distinção sistemática entre conhecimento científico e o do senso comum: as observações realizadas com base no senso comum são ilusórias, por não possuírem o rigor do método científico;

- Distinção total entre natureza e pessoa humana: a natureza é passiva, eterna e reversível, funcionando sob mecanismos os quais podem ser relacionados sob leis o que permite ao homem, como acredita Bacon, conhecer não para contemplar, mas para dominar e controlar;

- O conhecimento científico é alcançado através da observação neutra, sistemática e rigorosa dos fenômenos naturais;

- Os princípios que norteiam a observação são simples e claros e eles são as ideias matemáticas. Dessa centralidade das ideias matemáticas há duas consequências: a) “conhecer para quantificar” – aquilo que não pode ser quantificado não é relevante cientificamente; b) “conhecer significa dividir para classificar” – o mundo é complexo e a mente humana não pode conhecê-lo imediatamente, assim é necessário reduzir a complexidade;

- Divisão entre o que é “condição inicial” – local complicado de onde serão selecionados os fatos e as condições para serem observados – e o que é “lei natural” – local onde predomina a simplicidade e onde, portanto, os fatos podem ser observados e medidos com rigor;

- O conhecimento é desenvolvido sob a observação com vistas a formular leis para prever o comportamento futuro dos fatos;

- A posição absoluta e o tempo absoluto nunca são condições iniciais relevantes, ou seja, os resultados obtidos a partir de um método científico podem ser repetidos em qualquer tempo ou espaço, independentemente das condições iniciais;

- Enquanto Aristóteles distingue quatro tipos de causa – a material, a formal, a eficiente e a final – a ciência natural é uma causa formal, privilegiando o “como funciona” sem preocupar-se com quem é o agente ou qual a finalidade das coisas.

SANTOS B. (2008) explica que essa forma de pensamento, bastante centrada na dominação da natureza, servia adequadamente aos interesses da burguesia ascendente, determinada a dominar a sociedade. A concepção racionalizada e hierárquica de sociedade era compreendida como o estágio máximo de evolução social; assim, a racionalidade adotada para o estudo da natureza foi, no século XIX, extrapolada para o estudo da sociedade, com Émile Durkheim, retratando o nascimento das ciências sociais.

Como consequência, coexistiram duas principais formas de se pensar a economia e a sociedade. Uma delas é a produzida pela burguesia. O germen do liberalismo nasce com John Locke quando este contesta o fato de a nobreza herdar a propriedade de forma natural, pois, para ele, a propriedade precisa ser daquele que a utiliza para o trabalho.

O liberalismo tem sua máxima expressão com Adam Smith, no século XVIII e com a então recente Revolução Industrial e o consequente desenvolvimento das forças produtivas e especialização da mão-de-obra. De acordo com SMITH (1983), é necessário haver liberdade econômica e livre comércio para estimular a produtividade o que levaria ao desenvolvimento do país, à diminuição da miséria e ao aumento da felicidade humana.

O Estado, neste caso, não deve interferir no comércio, mas apenas ser um regulador do contrato social entre os homens. SMITH (1983) justifica esta não-intervenção, por considerar que o indivíduo é movido pelo próprio interesse e, se ele se esforçar, terá sucesso. Sua concepção leva em consideração somente o empenho do trabalhador, sem pensar que os indivíduos partem de circunstâncias diferenciadas econômica e socialmente. Os liberais explicavam as desigualdades sociais, nessa época menos pronunciadas que os índices atuais, e a presença de pobres na sociedade, culpando-os por estarem em tais condições.

Na concepção liberal, a educação é dualista entre os “*gentlemen*” - aqueles que comandam os meios de produção - e a classe popular, os que executam tarefas. A educação, para John Locke, é muito importante, pois é ela, juntamente com o trabalho, que diferencia os homens.

MÉSZÁROS (2005), por sua vez, explica que este sistema capital, para sustentar-se, necessita de que os indivíduos internalizem a sua lógica. Isso porque, à luz de Antonio Gramsci, compreende que um dominador não tem o poder de mudar a lógica de pensamento da humanidade por sua própria vontade, visto a força

que a população tem quando se une. Essa lógica precisa ser incorporada pelas pessoas, através dos processos de mediação. Apesar de ser um dentre os diversos meios de que o capitalismo se serve, a educação institucionalizada participa ativamente desse sistema, tendo duas funções principais: fornecer os conhecimentos necessários para os indivíduos trabalharem no sistema produtivo e transmitir um quadro de valores que legitima os interesses dos capitalistas.

Na forma como tais valores são transmitidos, tem-se a impressão de que não há outra forma de a economia e a sociedade se organizarem que não essa. Internalizam-se, assim, os processos de dominação e de hierarquia social num processo de legitimação da ordem social em vigor. De acordo com Karl Marx (citado por MÉSZÁROS, 2005) o que “está sendo” passa a “ser” e tanto a ordem social quanto os cruéis quadros de desigualdade social, por mais atrozes que sejam, passam a ocupar um “lugar natural”, supostamente tido como inalterável. Para Marx, não é nem a natureza, nem o trabalho que determinam a propriedade, mas o processo histórico.

Como resistência ao pensamento liberal e às conseqüentes injustiças sociais geradas por esse sistema, o socialismo, alicerçado em Marx, proclama como necessária a busca pela igualdade entre os seres, o que leva à supressão da liberdade individual em nome de um Estado responsável pela manutenção dessa igualdade social pretendida (MÉSZÁROS, 2005). O embate entre a liberdade individual e a igualdade social irá permear o debate entre socialismo e capitalismo.

1.3 – Atualidade: Modernidade Inacabada ou Pós-Modernidade?

SANTOS B. (2008) explica que o filósofo Jean-Jacques Rousseau, já em 1750, época ainda de nascimento da ciência moderna, questionou a forma de produção de conhecimento e de vida que estavam surgindo:

(...) o progresso das ciências e das artes contribuirá para purificar ou para corromper os nossos costumes? (...) há alguma relação entre a ciência e a virtude? Há alguma razão de peso para substituímos o conhecimento vulgar que temos da natureza e da vida e que partilhamos com os homens e mulheres da nossa sociedade pelo conhecimento científico produzido por poucos e inacessível à maioria? Contribuirá a ciência para diminuir o fosso crescente na nossa sociedade entre o que se é e o que se aparenta ser, o saber

dizer e o saber fazer, entre a teoria e prática? (SANTOS B., 2008, p. 16).

A essas considerações, o próprio Rousseau responde não. SANTOS B. (2008) aproveita-se dessas reflexões para elucidar que esses mesmos questionamentos ainda são pertinentes. O autor explica que “*o aprofundamento do conhecimento permitiu ver a fragilidade dos pilares em que [o paradigma científico moderno] se funda*” (SANTOS B., 2008, p. 41) e elenca algumas evidências que anunciam a crise do paradigma da modernidade em um movimento irreversível:

- A relativização das leis de Newton no campo da astrofísica;
- A limitação do rigor científico que no campo da mecânica quântica permite chegar apenas a resultados aproximados e prováveis;
- A distinção entre sujeito e objeto que parece ser mais complexa e menos dicotômica do que aparentava ser em razão das influências daquele ao observar ou delimitar as condições iniciais para estudar o objeto;
- Gödel e o teorema da incompletude ou da impossibilidade na matemática.

Tais fatos levam a discussões sobre se a modernidade já acabou ou se ainda não foi vivida em sua plenitude. Os que defendem a primeira hipótese são denominados pós-modernos, cujo representante principal é o filósofo Jean-François Lyotard. Já os adeptos da segunda perspectiva se baseiam na ideia de modernidade inacabada, defendida por Jürgen Habermas, ambas explicadas, sucintamente, a seguir.

Segundo RORTY (2000), a busca por um conhecimento que interprete a realidade, que busque as certezas que governam as leis naturais e sociais não é possível. Mais importante que isso é encontrar meios de tornar a crença de cada um aceitável. Assim, nessa perspectiva, tanto a religião quanto a ciência são caminhos respeitáveis, sendo cada uma útil a um contexto, ao qual pode dar suporte para tornar a crença justificável.

Outras ideias modernas, negadas pelo pós-modernismo, são o progresso, a ideia de continuidade e a memória histórica, tornando o indivíduo fragmentado ou esquizofrênico e a experiência como um momento presente e efêmero, que deve ser aproveitado em sua plenitude. HARVEY (1995) explica que esse sentido dado ao indivíduo leva a críticas ao pós-modernismo como sendo uma

subordinação ao mercado, no qual esses indivíduos tornar-se-iam massa de manobra:

Terá ele [o pós-modernismo] um potencial revolucionário em virtude de sua oposição a todas as formas de metanarrativa (incluindo o marxismo, o freudismo e todas as modalidades de razão iluminista) e da sua estreita atenção a “outros mundos” e “outras vozes” que há muito estavam silenciados (mulheres, gays, negros, povos colonizados com sua história própria)? Ou não passa da comercialização e domesticação do modernismo e de uma redução das aspirações já prejudicadas deste a um ecletismo de mercado “vale tudo”, marcado pelo *laissez-faire*? (HARVEY, 1995 p. 47).

Os filósofos Michel Foucault e Lyotard entendem que as relações humanas se estabelecem através do poder do discurso e de jogos de linguagem, respectivamente. Dessa forma, discursos heterogêneos e muitas vezes fragmentados podem ser formados, o que leva, por consequência inevitável, também a fragmentações institucionais ou a determinismos locais (HARVEY, 1995).

A pluralidade de discursos, apresentada pelo pós-modernismo, revela uma contribuição positiva dessa forma de pensamento, visto que, se todas as vozes são legítimas, o conceito de multiculturalidade se desenvolve, permitindo que qualquer sujeito social possa sentir-se aberto para expressar-se.

HABERMAS (1992), por sua vez, propõe uma releitura crítica dos erros do projeto da modernidade, ao invés de, simplesmente, dar esse período por perdido já que, para o autor, nem todos os objetivos da modernidade foram vividos em sua plenitude. Para exemplificar, uma crítica feita à modernidade é o fato de ser crescente a separação existente entre os especialistas e a população em geral. Entretanto, HABERMAS (1992) defende que o projeto iluminista, cujos filósofos forneceram a base do pensamento moderno, objetivava desenvolver em plenitude as ciências, os fundamentos da moral e do direito e a arte, mas, ao mesmo tempo, trazer os conhecimentos acumulados em suas formas esotéricas para as relações da vida. Dessa maneira, citando Adorno, o autor entende que “*os sinais de desagregação são o selo de autenticação da modernidade*” (HABERMAS, 1992, p. 104).

Também compreendendo que o pensamento contemporâneo não necessariamente passa pela ruptura com a modernidade, GIDDENS (1991) desenvolve o conceito de modernidade radicalizada como contraponto ao pensamento pós-moderno radical. Alguns exemplos são fornecidos a seguir:

QUADRO 1.1: Comparação entre pós-modernidade e modernidade radicalizada (adaptada de GIDDENS, 1991, p. 150).

Pós-modernidade	Modernidade Radicalizada
Vê o eu como dissolvido ou desmembrado pela fragmentação da experiência.	Vê o eu como mais do que, apenas, um lugar de forças entrecruzadas; a modernidade possibilita processos ativos de autoidentidade.
Vê o esvaziamento da vida cotidiana como resultado da introdução dos sistemas abstratos.	Vê a vida cotidiana como um complexo ativo de reações aos sistemas abstratos, envolvendo tanto apropriação como perda.
Define a pós-modernidade como o fim da epistemologia/do indivíduo/da ética.	Define a pós-modernidade como transformações possíveis para “além” das instituições da modernidade.

Assim, a ordem pós-moderna sugerida por GIDDENS (1991) alicerça-se sobre quatro pilares: a participação democrática de múltiplas camadas, a desmilitarização, a humanização da tecnologia e um sistema de pós-escassez.

1.4 – As avaliações do Ensino de Ciências no Brasil e a perspectiva adotada neste trabalho

1.4.1 – A situação do ensino de Ciências/Química no Brasil

Diversos dados, oriundos de pesquisas de natureza diferentes e que, portanto, permitem poucas comparações entre si, revelam, entretanto, estatísticas alarmantes sobre a situação do ensino de Ciências/Química no Brasil. Sendo inegáveis os investimentos e o esforço governamental, por meio de políticas públicas que promovam a universalização do ensino básico a todos os brasileiros, para que a conclusão do ensino médio lhes possa ser garantido, não é o que acontece. Pelos dados que se seguem, pode-se perceber que é um desafio conseguir, além da universalização, promover um ensino de Ciências/Química de qualidade aos brasileiros.

O ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio – tem por objetivo avaliar a aprendizagem dos estudantes que concluíram o Ensino Médio em cinco diferentes competências e em redação. A análise do desempenho dos participantes nesse

exame, em 2005, mostra que os estudantes brasileiros se encontram, em média, na faixa de desempenho entre insuficiente e regular (pontuação igual ou inferior a 40). Para exemplificar, a média nacional nas competências II (compreender fenômenos) e III (enfrentar situações-problema) foi de 38,36 e 36,84, respectivamente. Nessas competências, mais de 60% dos participantes obtiveram notas classificadas como insuficiente ou regular, enquanto que 30% ficaram na faixa de regular a bom, e apenas 5% obtiveram conceito bom ou excelente (BRASIL, 2006). De acordo com o relatório emitido pelo INEP, apesar de o desempenho estar vinculado a diversos fatores, tais como o nível de desenvolvimento econômico por região geográfica, os desempenhos dos estudantes de escolas públicas ou particulares não apresentam discrepâncias significativas e mostram que, em geral, o desempenho é baixo: “(...) O desempenho insatisfatório de grande parte dos participantes, tanto provenientes de escolas públicas quanto de escolas privadas, remete ao problema do déficit de qualidade do ensino no País (...)” (BRASIL, 2006, p. 39).

O PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – organizado pela OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – procura avaliar o desempenho dos estudantes de diversos países nas áreas de Leitura, Matemática e Ciências. Em 2006, a área avaliada foi Ciências, e os participantes foram estudantes com idade de 15 anos, dentro de três competências: identificar questões científicas, explicar fenômenos de maneira científica e utilizar dados científicos. Sabendo-se que uma comparação bruta dos números obtidos – sem considerar os fatores econômicos políticos e históricos que interferem no desempenho de cada país – seria injusta e um tanto quanto ingênua, mesmo assim eles mostram alguma coisa. Em uma amostra de países que vai do Japão ao Azerbaijão, o Brasil se encontra em 50º lugar, sete posições acima do último colocado. O Brasil teve desempenho inferior aos vizinhos Chile (40º) e Uruguai (43º) (OCDE, 2008).

Ao mesmo tempo em que esses e outros índices permitem verificar a inadequabilidade do ensino de Ciências no Brasil, a UNESCO, assim como diversos pesquisadores vinculam fortemente o desenvolvimento de um país à qualidade de seu ensino de Ciências:

(...) Além disso, a aprendizagem dos alunos na área científica é reconhecidamente importante, uma vez que está relacionada à qualidade de todas as aprendizagens, contribuindo para desenvolver competências e habilidades que favorecem a construção do

conhecimento em outras áreas. Portanto, quando se melhora a educação científica não se melhora só a aprendizagem de Ciências: o seu impacto atinge outros campos. O dinheiro que se investe traz um retorno considerável. (...). (UNESCO, 2005, p.4).

O texto elaborado pela UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – refere-se, ainda, ao sucesso em seu desenvolvimento obtido por países como Japão e Coréia, após investimentos maciços em educação, especialmente no ensino de Ciências.

Dessa forma, à luz da Declaração de Budapeste, não apenas a posse de bens, mas o acesso ao saber científico permite distinguir os países em ricos ou pobres. Isso porque a capacidade dos países em gerar conhecimentos e educação de qualidade permite-lhes integrar-se a atividades econômicas mais dinâmicas, gerando empregos qualificados e dignos, melhorando as condições de vida em geral (UNESCO, 2005).

Entretanto, o que se vê atualmente nas escolas é um ensino de Ciências baseado, principalmente, na memorização de conceitos e fórmulas, com forte ênfase ao tratamento matemático. CHASSOT (2003) explica que essa metodologia de ensino, cujas informações transmitidas aos estudantes são facilmente esquecidas após as avaliações, faz da escola um ente responsável pelo mundo de desemprego que em que se vive atualmente.

Da forma como é trabalhado tradicionalmente nas escolas, o ensino de Química é visto como difícil, maçante e sem possibilidade de aplicação no dia a dia, gerando pouca motivação para os estudantes aprenderem essa ciência em sala e também pouca procura por essa carreira como profissão, levando a uma defasagem significativa no número de profissionais formados no Brasil.

1.4.2 – A perspectiva na qual se insere este trabalho

Atualmente, vivemos sob a lógica do sistema capital cuja base se dá no liberalismo iniciado por Locke e sedimentado por Smith. Nessa lógica, regida pelo mercado e pelo consumo, o que vale é a produção e o consumo, independentemente se todos os indivíduos terão direito a ele. Como consequência da dominação de uns países sobre outros, o que se tem é um quadro social em que os mínimos requisitos necessários à vida humana digna são negados à grande maioria da população mundial. Tem-se, assim, por um lado, uma minoria gerando

desperdícios assustadores e de outro, bilhões de pessoas carentes das condições mínimas de sobrevivência humana (MÉSZÁROS, 2005).

Hoje, a lógica do mercado pode ser tida como um “lugar natural”, e que, portanto, os indivíduos deveriam ser formados para viver nessa realidade. Entretanto, há sempre uma forma resistente de pensamento, geralmente suprimida pela Imprensa/Indústria Cultural que serve aos interesses neoliberais. Atualmente, apesar de pouco visível, segue havendo uma resistência a essa forma (neo)liberal de se ver o mundo, a sociedade e, portanto, a educação. É nesta perspectiva em que se encaixa este trabalho. A educação pode ser uma forma de mostrar aos oprimidos que eles podem transformar a sociedade e, libertando-se, libertar os opressores (FREIRE, 2005).

A discussão pós-modernidade x modernidade inacabada é uma tentativa de descrever o momento atual, portanto, não está “determinada”, é uma História ainda em construção. Como explica FREIRE (2006), a prática educativa é essencialmente política e, pensar um projeto em uma área educacional é pensar, politicamente, qual tipo de indivíduo se deseja formar.

Segundo MÉSZÁROS (2005), a educação possui dois papéis fundamentais: elaborar estratégias adequadas para mudar as condições objetivas de reprodução, bem como estimular a automudança consciente dos indivíduos com vistas a desenvolver uma nova ordem social, radicalmente diferente da que hoje se observa.

Por isso, a educação pode ter um papel significativo na construção de indivíduos e de uma sociedade autônoma. Espera-se da educação que contribua para a emancipação do indivíduo, a fim de que este se torne um crítico de sua realidade, tal como é explicado pelos adeptos da modernidade inacabada.

E a Química, aproveitando-se das formas pelas quais essa ciência é produzida, na qual o indivíduo observa os fatos e os questiona de formas distintas, pode contribuir para a formação de um cidadão que critique a realidade que observa. Ou seja, diferentemente da concepção inicial de escola como espaço para conhecer as leis produzidas pela ciência, hoje o seu papel é o de desenvolver no estudante o hábito de inquietação com a realidade.

Capítulo 2

Referenciais Teóricos

“Lessing, o mais sincero dos homens teóricos, ousou declarar que encontrava mais satisfação na pesquisa da verdade do que na própria verdade; e assim foi revelado, para a surpresa e mesmo para a grande cólera dos sábios, o segredo fundamental da ciência”.

Nietzsche.

No presente capítulo, são apresentadas as bases teóricas nas quais este trabalho está alicerçado. Inicia-se com algumas das ideias do principal referencial teórico, Gaston Bachelard, sobre suas críticas à ciência “fechada” e suas proposições de educação para a formação do espírito científico. A partir disso, são discutidas algumas características da vida de cientistas, tanto sobre a metodologia quanto sobre a psicologia científica. Seguem alguns apontamentos da literatura sobre as diferentes relações que estudantes de escolas públicas e particulares estabelecem com o saber. O capítulo encerra-se com uma breve revisão das distintas propostas que incluem a problematização para o ensino de conceitos.

2.1. Crítica à epistemologia racionalista e à pedagogia acrítica

BACHELARD (2008, p. 11) explica que, para a ciência que predominou até o século XIX, o conhecimento era homogêneo, oriundo da organização da experiência comum à luz de uma *“razão universal e estável”* com a aprovação final do interesse comum. O cientista *“vivia em nossa realidade, manipulava nossos objetos, aprendia com nosso fenômeno, encontrava a evidência na clareza de nossas intuições”*.

Para o filósofo, esse modo de produzir ciência está sujeito a erros substanciais, como a crença em observações primeiras ou na infalibilidade da experiência. Além disso, as teorias, antes sólidas, não mais satisfazem a explicação para os fenômenos. Ele explana, por exemplo, a respeito do estudo da fotoquímica como um marco importante na reflexão sobre a filosofia das ciências e esclarece

que a interferência da luz sobre as reações químicas é muito maior do que se imaginava, ao perceber que a ideia de transformação química, como decorrente do choque entre dois sólidos, é bastante pobre.

A leitura dos seus argumentos permite verificar que as escolas, atualmente, seguem uma metodologia de ensino ainda dentro daquela concepção epistemológica. É interessante, ou até mesmo preocupante, notar que a teoria das colisões ainda é um conceito bastante explorado no ensino de Química, ciência que está sendo ensinada nos moldes cartesianos, compartimentado e dividido de modo que “tudo fique mais claro”. Essa estrutura de ensino, no entanto, tornou o conhecimento sem sentido e desinteressante para o aluno. O senso de investigação científica se perdeu – se é que existiu algum dia – dando lugar a programas em que se ensinam as partes sem contextualizá-las no todo, ou sem estimular o potencial do raciocínio científico:

É essa ciência para filósofos que ainda ensinamos a nossos filhos. É a ciência experimental dos decretos ministeriais: pese, meça, conte; desconfie do abstrato, da regra; dirija a mente dos jovens para o concreto, para o fato. Ver para compreender é o ideal dessa estranha pedagogia. Azar se, assim, o pensamento vai do fenômeno mal observado à experiência malfeita. Azar se a ligação epistemológica estabelecida dessa forma vai do pré-lógico da observação imediata à sua verificação sempre infalível pela experiência comum, em vez de ir do programa racional de pesquisa ao isolamento e à definição experimental do fato científico, sempre factício, delicado e oculto (BACHELARD, 2008, p. 12).

De acordo com LÔBO (2008), ao discutir a teoria do epistemólogo, o ensino de Química limita-se a apresentar os resultados da pesquisa científica, trazendo a ideia de que eles são representações da realidade. Nesta ‘pedagogia das respostas certas’: *“Chega uma altura em que o espírito gosta mais daquilo que confirma o seu saber do que daquilo que o contradiz, prefere as respostas às perguntas”* (BACHELARD, citado por FONSECA, 2008, p. 366).

2.2. Pedagogia consciente para a formação do (novo) espírito científico

As descobertas científicas referentes à microfísica sob a ótica da relatividade abalaram as bases em que a ciência se estruturava. Definições antes

objetivas passaram a se contradizer e tornou-se mais apropriada a alusão a probabilidades. Um exemplo disso é a compreensão de elétron. Sob a concepção realista, as duas definições para essa partícula – o elétron é um corpúsculo e o elétron é um fenômeno ondulatório – são conflitantes. Todavia, para BACHELARD (2009), um pensamento racional demasiado linear pode se tornar obstinado, chegando a um impasse. Já na lógica não aristotélica, não existe contradição, pois as sentenças são pronunciadas de uma maneira diferenciada: *“Em certos casos, a função eletrônica resume-se numa forma corpuscular. Em certos casos, a função eletrônica desenvolve-se numa forma ondulatória”* (BACHELARD, 2009, p. 99).

Isso também ocorre nas descobertas referentes à Química moderna, quando mostram que um resultado experimental não pode ser enunciado separadamente das condições experimentais que permitiram obtê-lo. A melhor definição de substância, por exemplo, quando se pensa na microfísica das partículas, não é a de um elemento com um determinado conjunto de propriedades, mas uma coleção de estados possíveis para uma propriedade particular (BACHELARD, 2009).

Como implicações, para Bachelard, a importância de a informação – obtida a partir de uma observação imediata – ser tomada com cautela torna-se mais evidente: *“A microfísica deixa de ser uma hipótese entre duas experiências para ser uma experiência entre dois teoremas. Ela começa por uma ideia e termina num problema”* (BACHELARD, 2008, p. 15).

Acompanhando a epistemologia da ciência, também o espírito científico atravessa algumas fases para se constituir. BACHELARD (1996) entende que a educação é o processo de formação do espírito científico, o qual é formado por três etapas por ele denominadas de “lei dos três estados”.

A primeira delas é o estado concreto, na qual ocorre a retenção das primeiras impressões sobre o fenômeno, seguido do estado concreto-abstrato, no qual o espírito acrescenta esquemas geométricos a essa primeira experiência física, tornando-se mais seguro de sua abstração. A última etapa, o estado abstrato é aquela na qual se podem extrair informações do mundo natural, desligadas da experiência imediata.

No primeiro estado, quando o indivíduo possui um espírito pré-científico, ele não é uma tabula rasa, visto que o *“o espírito [que] se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus*

preconceitos” (BACHELARD, 1996, p.18). Nesse estágio, as explicações formuladas pelo aprendiz são baseadas no senso comum ou impressões primeiras. O epistemólogo explica que essas formas de pensamento são ingênuas e, portanto, não científicas; isso porque a opinião não desenvolve um raciocínio científico, apenas “*traduz necessidades em conhecimentos*” (BACHELARD, 1996, p. 166).

A existência dessas impressões ingênuas compromete a apreensão de conceitos científicos sendo chamadas de *obstáculos epistemológicos*. Essas limitações à aprendizagem são estudadas hoje pela literatura como concepções alternativas. O quadro abaixo apresenta a relação de alguns obstáculos epistemológicos relacionados pelo autor, e a associação deles com algumas concepções alternativas relatadas atualmente.

QUADRO 2.1 – Seleção de alguns obstáculos epistemológicos exemplificados com concepções alternativas relatadas na literatura.

Obstáculo epistemológico	Concepção alternativa
<p>Experiências primeiras – explicações advindas do primeiro contato com o fenômeno e colocadas acima da crítica.</p>	<p>Ao observarem a fusão da parafina durante a combustão de uma vela os estudantes são levados a pensar que o que queima é o pavio, enquanto que a parafina apenas ‘derrete’. Somente refletindo mais sobre o processo seria possível compreender que, de fato, a parafina é o combustível neste fenômeno (MORTIMER e MIRANDA, 1995).</p>
<p>Generalizações – explicações de fenômenos maiores, nos quais o problema científico não fica bem delineado, utilizando leis concluídas rapidamente, a partir de pequenas observações.</p>	<p>Os estudantes utilizam o raciocínio de conservação de massa, válido para mudanças de estado, e generalizam para transformações químicas. Ao observarem a queima de um pedaço de lã de aço, os estudantes tendem a afirmar que a massa não se altera porque “o bombril virou pó, mas tem o mesmo peso”, não considerando o papel de reagentes gasosos, como no caso do oxigênio (MORTIMER e MIRANDA, 1995).</p>
<p>Substancialismo – acreditar que elementos descritivos de um fenômeno são atribuições da respectiva substância.</p>	<p>A usual expressão “a reação liberou calor” subentende que a reação é um ente que possui calor e, assim, ele pode ser liberado durante o processo (LÔBO, 2008).</p>
<p>Animismo – associar características vitais a</p>	<p>Na experiência de demonstração de que o oxigênio é consumido nas combustões, no qual</p>

objetos inanimados.

uma vela é fixada num prato ao qual se adiciona um pouco de água, ao se colocar um copo sobre a vela acesa, ela se apaga em pouco tempo e o nível da água dentro do copo fica mais alto. A explicação de um estudante para este fenômeno foi: “o fogo puxa a água do prato sobre o qual está o copo na esperança de encontrar oxigênio, pois dentro dele o oxigênio acabou” (MORTIMER e MIRANDA, 1995).

Para analisar a complexidade do pensamento científico moderno, a filosofia das ciências mais adequada é uma filosofia dispersa ou distribuída, a qual tenha como objetivo não a busca por verdades ou por conhecimentos que sejam representações fidedignas da realidade. A filosofia mais adequada a essa nova realidade científica e também mais apta a desenvolver o espírito científico é a ‘filosofia do não’, proposta por Bachelard. Essa filosofia não nega regras sistematicamente, mas dialetiza as noções fundamentais, nas quais a ciência se apoia. BACHELARD (2009) explica que a dialética de que trata esta filosofia não é contraditória como a tese e a antítese de Hegel: uma noção engloba a outra, como a mecânica não-newtoniana engloba a newtoniana. Trata-se, assim, do exercício de manter os resultados constantemente em discussão, numa “*ação polêmica incessante da razão*” (BACHELARD, 2009, p. 117), explorando a capacidade inata da razão de pensar. Esta pedagogia aproveita as variações do pensamento:

(...) Sofremos de uma incapacidade de mobilizar o nosso pensamento. Para termos alguma garantia de termos a mesma opinião acerca de uma idéia particular, é preciso pelo menos que tenhamos tido sobre ela opiniões diferentes. Se dois homens se querem entender verdadeiramente, têm primeiro que se contradizer. A verdade é filha da discussão e não filha da simpatia (BACHELARD, 2009, p. 116).

Por isso, o epistemólogo entende que a filosofia científica está intrinsecamente relacionada à pedagogia: “*para uma ciência nova, uma pedagogia nova*” (BACHELARD, 2008, p. 75). Assim, a formação do espírito científico ocorre pela sua própria deformação, ou seja, para Bachelard, aprender é um processo que se dá pela destruição – ou reconstrução – de um conhecimento anterior mal estabelecido, num processo de superação dos obstáculos à espiritualização. Isso significa que o erro possui um papel bastante importante no processo de

aprendizagem: *“o conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão”* (BACHELARD, 2008, p. 14).

A objetividade é um processo de reconquista, no qual seu preço só será sentido quando ela for perdida inicialmente. Desta maneira, errar é muito vantajoso para o sujeito, pois quanto mais profundos e diversos forem os seus erros, mais rica será sua experiência, mais clara será a sua objetividade: *“Não existe verdade primeira. Só existem erros primeiros. (...) A experiência é precisamente a lembrança dos erros retificados. O ser puro é o ser que saiu do engano”* (BACHELARD, 2008, p. 79).

Bachelard denomina despertar intelectual a fase de descoberta dos seus erros e dos seus enganos, surgindo uma razão nova e polêmica. O objetivo de alcançar essa nova razão é que o (novo) espírito científico tenha a capacidade de abstrair e duvidar constantemente.

Dessa maneira, pensar cientificamente não é eliminar as possibilidades contraditórias, mas buscar as variáveis outrora suprimidas pela ciência ingênua, dialetizar o pensamento, buscar as ambiguidades dos fenômenos para garantir que ele esteja completo e que o pensamento seja alertado e expandido. É saber questionar constantemente a realidade, duvidar dos resultados, procurar por ambiguidades e perguntar incessantemente: ‘é isso mesmo o que os dados querem dizer?’, ‘existe outra interpretação para esses fatos?’ ou, ainda, ‘e se esse dado que, aparentemente, está errado ou essa solução aparentemente impossível, puder ocorrer?’.

Assim, os conceitos científicos não são definições apropriadas de um determinado ente, mas sim *“o agrupamento das aproximações sucessivas bem ordenadas”* (BACHELARD, 1996, p. 76).

Isso significa que o ensino científico não representa o ensino de conceitos talvez já obsoletos diante de novas descobertas científicas, mas tem o objetivo de ensinar a formular problemas, ou seja, despertar o pensamento abstrato (BACHELARD, 1996):

[o espírito científico] proíbe-nos de ter uma opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular claramente. (...) Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. (...) Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não há conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito.

Tudo é construído. (p. 18); (...) Em resumo, o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar (p. 21).

Neste exercício de negação, de colocar em dúvida, que, para Bachelard, exige sacrifício e paciência, já que essa evolução não é gratuita, ocorre também a evolução do espírito. O hábito da abstração desobstrui o espírito, visto que, para BACHELARD (2009) o bloqueio intelectual é tão maléfico quanto o bloqueio afetivo. O epistemólogo ainda explica que é a atividade de pensar algo que possibilita ao indivíduo se pensar como pessoa, sendo que as crenças íntimas individuais são delineadas, a partir da adoção de um critério de verdade objetiva,

Ao colocar questões tão evasivas, (...) é nesta região do ultra-racionalismo dialético que sonha o espírito científico. É aqui, e não algures, que nasce o sonho anagógico¹, aquele que se aventura pensando, que pensa aventurando-se, que procura uma iluminação do pensamento através do pensamento, que encontra uma iluminação súbita no além do pensamento instruído. O sonho ordinário trabalha no outro pólo (...). O pensamento instruído sonha durante mais tempo em função da sua instrução. (BACHELARD, 2009, p. 37).

Ao perceber seu erro em relação ao conhecimento científico, o indivíduo toma consciência de que também pode estar equivocado sobre como ele próprio se julgava ser como pessoa. Assim, quando a mente se abre para observar o mundo de maneira objetiva, o espírito, por sua vez, abre-se à espiritualização: *“Logo, só conseguirei me descrever como sou se disser o que não quero ser. (...) De fato, só somos originais por nossos erros. Como posso definir-me ao final de uma meditação em que só procurei deformar meu pensamento? Estendendo até o extremo essa deformação: sou o limite de minhas ilusões perdidas”* (BACHELARD, 2008, p. 85-86).

Da mesma maneira que o método de aprendizagem na filosofia do não é o de negação do conhecimento, o mesmo princípio deve ser aplicado à reforma do espírito. Apesar de esse processo de desobstrução não ser trivial e demandar esforço e paciência, Bachelard entende que o espírito é tomado de êxtase na atividade de contestação constante da realidade. O objetivo do indivíduo, ao realizar

¹ Anagogia – termo frequentemente utilizado pela psicologia analítica. Segundo Jung, uma interpretação anagógica do sonho é aquela em que se pressupõe que o conteúdo do sonho não só reflete um conflito decorrente de impulsos ou desejos infantis, mas também, em nível ainda mais profundo, os anseios idealistas do inconsciente.

a atividade intelectual de busca pelo conhecimento, leva ao gosto do saber pelo próprio conhecimento, sentindo satisfação pelos desafios propiciados pelos 'problemas difíceis': *“Quando é bem realizada a psicanálise do pragmatismo, quero saber para poder saber, nunca para utilizar”* (BACHELARD, 1996, p. 305). E acrescenta também:

A objetividade aparece num detalhe, como uma mancha num quadro. (...) A intuição é de boa-fé, o espírito parece, portanto, de má-fé. Melhor dizendo, ele não tem fé. Está feliz porque duvida. Instala-se na dúvida como um método, pensa destruindo, fica mais rico porque despreza coisas. Toda reflexão sistemática procede de um espírito de contradição, da má vontade com os dados imediatos, do esforço dialético para sair de seu próprio sistema. (BACHELARD, 2008, p. 79).

Como explica LOPES (2007), apesar de Bachelard não focar explicitamente suas propostas para a educação, suas reflexões são bastante pertinentes e aplicáveis em diversas perspectivas. A autora apoia-se nessas indicações para discutir o currículo em uma perspectiva histórica. MORTIMER (2000) transpõe o conceito de perfil epistemológico para defender um perfil conceitual para os estudantes, como alternativa aos insucessos das tentativas de superação das concepções alternativas.

A teoria de Bachelard também é consonante com a de autores atuais cujas formulações caminham para o letramento científico. Tal como o filósofo, FREIRE (2006) propõe como papel da escola transformar a curiosidade ingênua do aluno em uma epistemológica. Para VYGOTSKY (citado por LÔBO, 2008, p. 96), o processo educacional implica o domínio de uma nova linguagem o que reflete diretamente na alfabetização científica e na formação para a cidadania: *“a aquisição de uma nova linguagem implica adquirir uma nova estrutura de pensamento, uma nova cultura, uma nova visão do mundo”*.

Assim, vale destacar as referências de Bachelard sobre aquele que educa para propiciar este desenvolvimento no indivíduo. Em relação à postura do professor, implica uma necessária revisão epistemológica, na qual o docente rompa com os paradigmas cartesianos-lógicos-rationais e com a apreensão da realidade com os olhares do senso comum. Ao postar-se dessa maneira,

os professores substituem as descobertas por aulas. Contra essa indolência intelectual que nos retira aos poucos o senso da novidade espiritual, o ensino das descobertas ao longo da história científica

pode ser de grande ajuda. Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir (BACHELARD, 1996, p. 303).

LÔBO (2008) também explica que, para tanto, é necessário desenvolver um saber aberto e dinâmico com um ambiente afetivo e pedagógico que estimulem o aluno a criar, produzir, pesquisar... A relação pedagógica depende de uma predisposição afetiva e uma inquietação permanente:

“implica interações humanas e psicológicas, de confiança e de respeito intelectual. Desenvolve-se a partir do interesse do professor no crescimento intelectual, moral, ético e científico do aluno e, como assinala Bachelard, um desejo de que o aluno possa superar o mestre.” (FONSECA, 2008, p. 366).

Bachelard atribui ao professor o dever não de transmitir leis químicas na forma de ‘respostas certas’, mas desenvolver no aprendiz o interesse pela pesquisa desinteressada, despertando o gosto pela abstração. A prática pedagógica deve primar por inquietar constantemente a razão, apresentando o conhecimento como algo que permanece em crise. O epistemólogo defende que ele precisa postar-se sempre aberto à reflexão sobre a ciência, para que a ambos, professor e aluno seja possível aprender e ensinar quando, então, se pode dizer que estão construindo conhecimento científico (LÔBO, 2008).

Pouco a pouco, procuro libertar suavemente o espírito dos alunos de seu apego a imagens privilegiadas. Eu os encaminho para as vias da abstração, esforçando-me para despertar o gosto pela abstração. Enfim, acho que o primeiro princípio da educação científica é, no reino intelectual, esse ascetismo que é o pensamento abstrato (BACHELARD, 1996, p. 292).

Isso contribui para o desenvolvimento e para a autonomia intelectual do aprendiz, o que o levará a tomar atitudes científicas em seu futuro profissional porque adquiriu as características de um espírito investigador. De acordo com FONSECA (2008), os estudantes assemelham-se a um pesquisador, não quando domina leis, mas ao exercitar a prática da observação, da reflexão e do questionamento.

Da maneira com que os professores se posicionam em relação aos estudantes em situação de investigação, PRAIA et al. (2002, p. 255) alertam:

Um outro elemento que será necessário introduzir na discussão será o da luta contra a desconfiança progressiva na capacidade intelectual do aluno. A assunção de que a educabilidade da inteligência é possível abre amplas perspectivas à elaboração, intencional e sistemática, de estratégias metodológicas dirigidas ao desenvolvimento de competências do pensar.

Os autores acrescentam que o professor possui papel fundamental nesse processo, pois deve induzir os estudantes a perceberem suas próprias dificuldades e se indagarem sobre elas. Além disso, precisa gerar autoconfiança no estudante para que este possa expressar-se livremente, mas mantendo-se atento ao conhecimento.

Na contramão do que se espera do professor para que uma nova relação de aprendizagem se estabeleça, há de se levantar a questão de como está o professor, atualmente. CARLOTTO (2002) em seu levantamento da literatura sobre a Síndrome de *Burnout* mostra que os impactos psicológicos sofridos pelos professores ao longo dos anos têm consequências fortes sobre a escola e enquadra a profissão docente como de alto risco. Segundo Harrison (citado por CARLOTTO, 2002, p. 21) a Síndrome de Burnout “*é um tipo de estresse de caráter persistente vinculado a situações de trabalho, resultante de uma constante e repetitiva pressão emocional associada com intenso envolvimento com pessoas por longos períodos de tempo*”.

Segundo a perspectiva de Maslach, adotada pela autora, a síndrome é constituída de três dimensões: exaustão emocional, despersonalização e baixa realização pessoal no trabalho. As pessoas sentem-se infelizes consigo próprias e com o desenvolvimento do seu trabalho. Dos diversos modelos explicativos tratados pela autora, destaca-se o modelo sociológico de Woods que apresenta fatores em níveis micro, meso e macro para explicar o esgotamento psicológico e a “desprofissionalização” do trabalho dos professores (CARLOTTO, 2002, p. 25). Em nível micro encontram-se as questões pessoais dos professores, tais como seu comprometimento e seus valores. A escola e a cultura do professor e dos alunos contemplam os fatores de nível meso, enquanto que influências globais e governamentais representam o nível macro. A diminuição do tempo destinado à execução do trabalho, à formação continuada, ao lazer e ao trabalho criativo somado ao distanciamento entre quem planeja o currículo e os professores que o executam são consequência, de acordo com este modelo, da bandeira da eficiência

propagada pelo capitalismo e que reduz os professores a técnicos, proletarizando a profissão.

2.3. Vida de cientista

Se a defesa apresentada encaminha a prática pedagógica para uma que seja próxima à natureza da ciência e à atividade científica, torna-se necessário delinear, se possível for, o que é a prática científica para que seja adaptada ao ambiente escolar.

GIL PÉREZ e colaboradores (2001) explicam que, se não é possível caracterizar de maneira unificada 'o que é ciência', existem algumas 'visões deformadas' que não se associam de maneira adequada a esse tipo de atividade. Todavia, elas podem estar presentes no ensino e, se não forem consideradas, podem gerar concepções distorcidas sobre a natureza das ciências. Segundo eles, as 'visões deformadas' sobre a natureza das ciências são as seguintes:

a) *concepção empírico-indutivista e ateórica*: compreensão na qual a experimentação é vista como tendo um 'papel neutro', no qual não se percebe que o ato experimental é precedido de hipóteses e conhecimentos teóricos que orientam as atividades. Essa visão está relacionada à ideia de uma descoberta inesperada bastante divulgada pela mídia, especialmente na literatura das histórias em quadrinhos;

b) *concepção rígida*: percepção do método científico como uma sequência de etapas definidas e exatas, descartando-se o papel da criatividade, das tentativas e da dúvida;

c) *concepção aproblemática e ahistórica*: visão adquirida com o tratamento dos conteúdos desvinculados dos problemas que os originaram e das dificuldades encontradas na construção do conhecimento;

d) *concepção exclusivamente analítica*: compreensão decorrente do tratamento excessivamente fragmentado do saber, tomado de maneira limitada e simplificada por áreas científicas específicas que não dialogam entre si;

e) *concepção acumulativa de crescimento linear*: visão de conhecimento científico como produto da acumulação linear de conhecimento sem, então, perceber que essa produção envolve controvérsias e confronto de teorias opostas;

f) *concepção individualista e elitista*: consideração de que a ciência é obra de gênios os quais, isolados ou em uma única equipe, podem construir sozinhos toda uma teoria;

g) *concepção socialmente neutra da ciência*: visão que entende os cientistas como pessoas “acima do bem e do mal” (p. 133) que não se deixam influenciar pelas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Dessas questões decorrem alguns pontos comuns às ciências como, por exemplo, pode-se inferir que a atividade científica, de uma maneira geral, não parte de um método científico único. O conhecimento científico é fruto de trabalho social, no qual pensamentos divergentes são questionados (GIL PÉREZ et al., 2001) e da validação social de uma hipótese, o que confere, então, à teoria o *status* de ideias que encontraram consenso entre os pares. POPPER (1972) define ciências empíricas como a área científica em que cientistas formulam hipóteses ou sistemas de teorias e submetem-nas a testes nos quais elas são confrontadas com observações e experimentos.

HODSON (citado por PRAIA et al., 2002) sugere que a prática científica se alicerça sobre três pilares: a de criação, validação e incorporação de conhecimentos.

Com relação ao primeiro pilar, PRAIA et al. (2002) explicam que, enquanto na perspectiva empirista, a hipótese é pouco valorizada, na concepção racionalista contemporânea ela ocupa papel central. E apresenta a definição extraída de uma enciclopédia:

aquilo que hoje em dia, no discurso científico classificamos de hipótese, apenas pode ser considerado como uma paragem provisória do pensamento, seja por *conjecturar um facto* descrito de modo a ser suscetível de ser estabelecido ou refutado no quadro dos termos que o definem, seja por propor um conceito que justifique provisoriamente a sua coerência e eficácia no raciocínio explicativo dos fenômenos observados ou provocados (PRAIA et al., 2002, p. 254).

Os autores acrescentam que o processo de elaboração de hipóteses é complexo e pode ter origem em uma imaginação fértil ou em ideias especulativas as quais se apoiam em um fundo reflexivo. A hipótese articula teorias e norteia a pesquisa.

Não pretendendo defender uma abordagem empirista de ciência, uma vez criadas, as ideias precisam ser validadas. A experimentação é assim desenvolvida não para provar hipóteses, mas para retificar erros nelas contidos. O pesquisador observa os resultados questionando-os em busca de respostas não definitivas. Nesse caso, razão e experiência encontram-se intrinsecamente entrelaçadas, sendo a razão aquela que procura desaprender através de uma metodologia consciente e a experiência científica aquela que busca desmentir as conclusões do senso comum (FONSECA, 2008). A experiência científica é norteadas pela teoria que, com seus olhos, dialoga com o fenômeno e o questiona, buscando respostas que não são definitivas ou suas representações fiéis, mas projeções de possíveis modelos interpretativos do mundo (PRAIA et al., 2002). Os autores chamam a atenção para o fato de a experiência dificilmente provar as ideias, sendo muito mais fácil falseá-las. Neste aspecto, POPPER (1972) explica que uma hipótese é corroborada enquanto resistir aos testes de validação os quais devem ser severos para que a teoria siga compatível com os enunciados sobre as quais ela foi elaborada.

Segue-se, então, o terceiro pilar da prática científica, no qual as construções são refletidas sistematicamente e as ideias produzidas são confrontadas entre os pares para, então, serem aceitas pela comunidade científica. Isso implica que a atividade científica, sendo essencialmente humana, está permanentemente sujeita às interferências sociais, econômicas e políticas. LÔBO (2008) explica que, em virtude do fato de a subjetividade interferir na prática científica, Bachelard sugere que a reflexão filosófica deve permear a prática científica e também daqueles que lidam com o ensino de Ciências.

As três etapas fundamentais ao trabalho do cientista podem ser assim sintetizadas:

a) elaboração de hipóteses: consideradas como ideias transitórias construídas para a solução de um problema de maneira coerente e com suporte teórico;

b) elaboração de estratégias para verificar a coerência das hipóteses: tem-se o planejamento de experimentos para falsear ou provar a veracidade da ideia inicial o que pode acabar suscitando novas hipóteses e novos experimentos.

c) discussão coletiva: as hipóteses elaboradas são apresentadas e difundidas para a comunidade, produzindo uma discussão que leve à aceitação ou à sua refutação.

A compreensão da subjetividade na ciência pode ser útil, não apenas como um alerta para seu potencial de interferência. NOUVEL (2001) aposta que a unidade que não pode ser encontrada na caracterização de um método científico universal pode estar presente na psicologia científica. A motivação que impele o pesquisador a profissão, a que o autor chama de ‘a arte de amar a ciência’, traz revelações interessantes e que podem ser aproveitadas para o ensino de Ciências, mesmo porque é sugestiva a defesa do autor de que a reverenciada racionalidade quase desaparece por completo, quando os cientistas são observados em sua individualidade.

NOUVEL (2001) explica que o cientista se dedica à pesquisa porque ela é interessante, e não por buscar a verdade. Ela é atraente porque é perpassada por uma sensação de aventura, mistério e imprevistos – visto ser necessário elaborar hipóteses, debruçar-se sobre elas por um período que talvez não resulte em sucesso – que a distanciam da rotina e abrem oportunidade *para “uma liberação da mentalidade artista do cientista (...) que quer produzir grandes pensamentos”* (p. 95).

Além disso, outras características compõem a psicologia científica: a influência do sentimento, a vontade de ter razão e o prazer que se sente ao presenciar o nascimento de um conceito.

O sentimento influencia intrinsecamente a atividade científica e conduz o pensamento para uma direção em detrimento de outra, pois permite que o cientista seja tomado pelo problema e nele fixe seu pensamento. Nesta imersão o pesquisador pode sentir tudo o que irradia do problema e dos fatos que o acompanham, seu pensamento é cativado por uma ideia que leva o cientista a ter a audácia de elaborar hipóteses que, aparentemente, não estão sob o olhar rígido da razão: *“Mesmo durante os bons filmes me era impossível esquecer as bases”². É essa emoção que constitui a disposição psicológica favorável à descoberta: uma vontade de ter razão toma conta de seu objeto, e dele se apropria de maneira exclusiva, possessiva”* (p. 91).

² Citação de Watson Crick, um dos descobridores da estrutura do DNA, sobre sua imersão no problema do arranjo das bases nitrogenadas no DNA. Nouvel (2001) utiliza as descrições das sensações pessoais desse pesquisador para elaborar suas reflexões acerca da psicologia científica.

O cientista é uma pessoa que experimenta constantemente o gosto pelo sucesso, uma vontade de ter razão, que torna a espera por um resultado um processo afetivo, não teórico e transforma o exercício científico numa atividade competitiva. Se sua hipótese é derrubada, o pesquisador prova uma forte sensação de decepção. Se é aceita pela comunidade, *“o moral vai lá em cima. Um sentimento de ter razão brilha de repente”* (NOUVEL, 2001, p. 62), alegria essa que é também fruto da percepção da infinitude do pensamento, cujo poder extrapolou as limitações de raciocínios que se haviam tornado costumeiros:

Seu futuro depende das indicações que você é capaz de dar provando que você pode fazer alguma coisa por você mesmo. É simples assim. A competição é de longe o traço dominante. É a principal emoção própria deste domínio. A segunda é que você tem que provar para você mesmo o que você é capaz de fazer – e na realidade é a mesma coisa (WATSON, citado por NOUVEL, 2001, p. 52).

Finalmente, a arte de amar a ciência pode ser percebida quando da concepção de um novo conceito do ponto de vista do sentimento. A emoção que embala o nascimento de uma nova ideia cria uma sedutora ilusão de que a verdade pode ser encontrada, e

Que um sentimento de alegria surja quando do nascimento de um conceito no pensamento, que nessa ocasião o pensamento se encontre como que alçado fora da massa indiferenciada do sentimento, da emoção (que agia sem ver, sem se perceber como agente), e então talvez encontraremos a ocasião de perceber alguma particularidade relacionada ao nascimento do conceito. Alguma coisa que era conhecida sem ser nomeada irá encontrar seu nome. Essa alegria é a alegria de um primeiro encontro. O primeiro encontro da palavra com o que ela designa, o reconhecimento do que é designado pela palavra. Alegria de assistir ao desenvolvimento da potência do conceito com essa maneira de ave de rapina que ele tem de capturar no chão um animal quase impossível de distinguir da massa confusa do solo e de elevá-lo nos ares, tornando-o bem visível, destacando-o do meio indistinto onde sua existência não era nomeada (NOUVEL, 2001, p. 183).

2.4. Relação dos estudantes com o conhecimento e a escola

Transpondo o prazer pelo conhecimento científico para o campo do currículo escolar, SANTOS L. (2007) explica que as pesquisas sobre estudos

culturais desconstruíram a ideia de que seriedade e prazer são conceitos opostos. Isso tem trazido à tona a importância de tornar a escola um espaço em que o estudante possa sentir-se bem. Entretanto, a autora também alerta para o cuidado que se deve ter com a formulação de currículos superficiais e que busquem prazeres imediatos, o que resultaria mais em desastrosa exclusão social do que em motivação para a aprendizagem. Despertar o gosto pelo conhecimento por seu valor intrínseco parece ainda ser um desafio à escola, gerando a necessidade de reflexão (SANTOS L., 2007, p. 298):

Torna-se, pois, importante uma reflexão sobre o sentido do prazer que as atividades escolares têm buscado. Seria o prazer trazido pela compreensão de uma questão? Pela descoberta de uma nova possibilidade de conhecer o mundo? Pela maior possibilidade de interagir com o outro através da compreensão de sua realidade? Pelo melhor entendimento dos problemas que nos rodeiam? Pela realização, com sucesso, de uma atividade?

Para CHARLOT (2005), essa satisfação com o conhecimento é um dos pontos-chave que levam os estudantes a aprenderem (ou não). A relação com o saber é definida pelo autor como o conjunto de relações que um sujeito estabelece com uma atividade, uma situação, uma pessoa, conectados de alguma maneira ao aprender e ao saber, guardando, por sua vez, uma relação com a linguagem, com o mundo e consigo mesmos.

Vários autores já procuraram explicar como se estabelece o vínculo do estudante com o saber, sendo que até o próprio Bachelard contribuiu para essa discussão quando discorre sobre a formação do espírito científico ocorrer pela reforma de si mesmo. (CHARLOT, 2005). Assim, a partir de reflexões teóricas, o autor discrimina duas vertentes que explicam a relação com o saber. A primeira delas é psicanalítica e compreende o desejo de saber que é natural, mas não determina a relação com o saber, haja vista que, em termos escolares, a relação deve se estabelecer pela vontade de saber, ao desejo de aprender isso ou aquilo.

Também os sociólogos, na segunda vertente, procuram explicar a relação com o saber, atrelando-a à estrutura de classes e, nesse caso, têm-se distinções entre como as famílias de camadas dominantes e populares veem a escola. No primeiro grupo, essa posição social é perpetuada com a herança do capital econômico e, também, de um capital cultural que a reproduz com o que o autor chama de “a hierarquia dos diplomas” (CHARLOT, 2005, p. 40). Todavia, os

pais e os filhos têm consciência de que o capital cultural não se herda tal qual um patrimônio. A família, assim, investe nesse legado, cobrando as tarefas escolares, suprindo as dificuldades com aulas particulares e investindo maciçamente no patrimônio cultural dos filhos, patrocinando viagens, aulas de balé e de tênis. Ao mesmo tempo, o estudante reconhece que também tem sua função natural no processo e que vencer na escola depende de muito estudo de sua parte.

No que concerne aos estudantes da periferia francesa, CHARLOT (2005) defende que eles não apresentam qualquer deficiência intelectual em relação à classe média; entretanto, sua relação com o saber é diferente o que torna a relação com a escola mais difícil. O autor afirma que 75 a 80% dos estudantes estudam para obter um bom emprego que lhes asseguraria uma vida normal, o que, em si, já seria uma conquista social. Pais e filhos reconhecem a importância da escola por vislumbrarem-na como um caminho para obtenção do diploma e, conseqüentemente, do emprego. CHARLOT (2005) ressalta que também os estudantes de classe média anseiam por um emprego, no entanto, desejam, além dele, a ascensão social.

Dessa maneira, enquanto ambos estudam pelo emprego, para o autor, os estudantes de classe média conhecem o prazer e o sentido do saber por terem atribuído significado a algumas disciplinas. Quando isso não ocorre, eles participam do processo escolar sem sentir satisfação, mas apenas para cumprir os requisitos para passar de ano e obter o diploma. É necessário acrescentar uma ressalva, pois, além desses fatores sociais, atuam condições históricas do próprio indivíduo as quais podem levar alunos da periferia a estudarem pela satisfação pelo aprendizado e estudantes das classes dominantes a fracassarem na escola.

Também na compreensão de como os estudantes estabelecem relação com o conhecimento e a escola, TAPIA e FITA (2006) esclarecem que os alunos não se motivam ou se desmotivam abstratamente; a motivação está intrinsecamente relacionada à atribuição de um sentido ao trabalho que têm que realizar, podendo estar associado a fatores intrínsecos ou extrínsecos. E definem motivação como sendo: *“conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo”* (TAPIA e FITA, 2006, p. 77).

O contexto, isoladamente, também não motiva o aluno, cujo interesse provém da interação entre o contexto e as características dos estudantes que

seriam, entre outras, suas metas, expectativas e formas de enfrentar a tarefa. Os autores afirmam que:

Diante de uma explicação, não reagem da mesma forma o aluno que está preocupado em ser aprovado e pensando na quantidade de matéria que o professor apresenta e o aluno cuja atenção depende da novidade e clareza da própria exposição, porque o preocupa sobretudo compreender e assimilar os conteúdos sobre os quais terá de trabalhar (TAPIA e FITA, 2006, p. 14).

Para TAPIA e FITA (2006) o sistema de recompensas e punições produz efeitos sobre a aprendizagem, no momento em que são aplicados, mas suas consequências não são duradouras. Ao mesmo tempo, as recompensas podem ter efeito negativo, dependendo da forma como forem aplicadas. Por exemplo, se um estudante está absorvido na resolução de uma tarefa e o professor o elogia, dando uma recompensa, de algum modo está gerando uma motivação externa e ocorrerá que o estudante, na maioria das vezes, não voltará a realizar a tarefa, a menos que suspeite de que haverá nova recompensa.

E acrescenta sobre outros casos:

Por exemplo, dizer que a realização de uma tarefa vai valer para a nota ou oferecer uma recompensa pela realização de uma tarefa faz com que os alunos se envolvam menos na resolução de problemas difíceis, que se concentrem menos na aprendizagem das habilidades necessárias para sua solução, que sejam menos lógicos e coerentes no uso de estratégias e se concentrem mais nos resultados (TAPIA e FITA, 2006, p. 23).

Os autores acrescentam que, quando não está claro o significado de aprender ou quando os estudantes não percebem o desenvolvimento pessoal que o trabalho escolar propicia, o que ocorre é que eles consideram ter apenas que cumprir obrigações na escola, influenciando de modo negativo no cumprimento dos objetivos citados.

Trabalhar para que os alunos estudem motivados implica intervenções em duas direções: fazer o estudante acreditar na sua própria capacidade de êxito e ensinar modos de pensar que levem os estudantes a enfrentarem as tarefas escolares para aprender, que busquem estratégias para superar as dificuldades, aprendendo com os erros e construindo representações que os façam perceber seu progresso para que se mantenham motivados.

Se o professor foca em atividades ou foca em mensagens que ensinem os alunos a se saírem bem ou mal diante dos outros, serão desenvolvidas a ansiedade e a competitividade pelo juízo de êxito ou fracasso do professor em detrimento da própria aprendizagem.

Assim, o professor deve analisar seus padrões de atuação e verificar de que modo eles contribuem para a criação de um ambiente de aprendizagem, pelo qual os estudantes se interessem e passem a se esforçar por aprender. Os autores defendem que a motivação deve fazer parte do planejamento do professor, pois a criação de um ambiente agradável e feliz em sala de aula favorecerá a aprendizagem e a motivação.

DEMO (2007) contribui para a reflexão sobre a relação entre estudantes e escolas sob outra perspectiva. Ao analisar e comparar o desempenho de escolas públicas e particulares em Língua Portuguesa e Matemática no Saeb³ durante a década de 1995-2005, tece algumas reflexões que corroboram para compreender ambos os sistemas de ensino. O autor explica que existe uma diferença de desempenho significativa entre a escola pública e a particular em favor desta; entretanto, a pontuação abaixo do desejável pelo sistema de avaliação e a queda na atuação desses índices em ambos os sistemas de ensino colocam *“todas as redes numa certa vala comum da mediocridade escolar”* (DEMO, 2007, p. 201).

Para DEMO (2007), os sistemas de ensino apresentam distinções, como a implantação dos ciclos e da progressão continuada nas escolas públicas e a maior pressão dos pais, a concorrência de mercado e maior exigência de desempenho dos professores nas particulares, que as tornam menos farsantes. Entretanto, para o autor, há algo em comum que pode ser a explicação para os resultados alentadores. É o que ele chama de instrucionismo e que significa a reprodução sistemática das mesmas aulas, seguidas de provas, e que caminham na contramão dos princípios de aprendizagem defendidos atualmente. Isso pode ser uma das justificativas para a queda apreciável em 1999, quando ocorreu a avaliação após o aumento dos dias letivos para 200 dias. E o professor provoca:

Esta é uma rota perdida, totalmente improdutivo, porque aumentar o que é, de si, já muito ruim, só torna pior. A escola, decididamente, precisa encarar o desafio da aprendizagem no aluno e no professor, colocando aula e prova em seu lugar subalterno. Apesar dos pais,

³ Sistema de Avaliação da Educação Básica: caracteriza-se por ser uma avaliação por amostragem, de larga escala, externa aos sistemas de ensino público e particular, de periodicidade bianual e tem como objetivo principal avaliar a qualidade, equidade e a eficiência da educação brasileira.

que insistem agressivamente nas aulas e provas, é preciso reconquistar o ambiente adequado de aprendizagem escolar (DEMO, 2007, p. 182-183).

Para agravar a situação, ou explicar as causas do instrucionismo, o autor esclarece que o professor crê convictamente em sua aula e não reconhece que ela poderia ser diferente. Ao mesmo tempo, o instrucionismo é um patrimônio de todos os níveis de ensino, quando se percebe que os futuros professores são formados com aulas e provas sem aprenderem a pensar e a criar suas próprias aulas.

2.5. Metodologias de ensino que consideram a problematização de conceitos científicos

Corroborando a defesa de Bachelard de que a uma nova filosofia compete uma nova pedagogia, a literatura aponta diversos caminhos alternativos ao ensino tradicionalmente utilizado, caminhos esses que tomam por tese a estratégia de aprendizagem a partir de resoluções de problemas. O contato com os desafios intelectuais fazem parte do cotidiano do cientista, auxiliando até mesmo no próprio aprendizado de conceitos científicos (HODSON, 1992). O autor, que defende, além do ensino de Ciências, o tratamento sobre a natureza da ciência e o como fazer ciência, acredita que só se aprende este último aspecto fazendo ciência.

Já a visão tradicional de problema desenvolve nos estudantes a ideia de que as situações problemáticas possuem apenas uma solução correta e como algo que se sabe fazer, cuja solução não deixa dúvidas, não sendo necessárias algumas tentativas para resolvê-lo (GIL et al., 1992). Assim, os estudantes tendem a procurar uma fórmula que se aplique aos dados fornecidos pelo problema, preferindo decorá-las a desenvolver o conceito nelas implícito (ESCUDERO e FLORES, 1996).

Entretanto, trabalhos mostram que, quando os estudantes são questionados e desafiados, preferem participar de investigações a receber as informações de maneira pronta (ESCUDERO e FLORES, 1996; FERNANDES e SILVA, 2004). Além disso, competências atitudinais tais como responsabilidade, autonomia, perseverança, automotivação e comprometimento podem ser desenvolvidas.

ESCUADERO e FLORES (1996) definem problema como “aquela situação nova, cuja resolução exige criatividade, perspicácia e alguns conhecimentos básicos”.

Quatro diferentes tipos de estratégias de ensino que consideram a problematização são relatadas na literatura, explicitadas a seguir: educação pela pesquisa, problematização inicial, proposição de modelos e método investigativo.

2.5.1. Educar pela pesquisa

Diversas são as semelhanças entre educação e pesquisa (DEMO, 2002): ambas buscam o conhecimento como contraposição à ignorância; valorizam o questionamento; visam integrar teoria e prática; primam pela construção/reconstrução do conhecimento; supõe crítica e ética e, condenam a cópia, valorizando o saber pensar e o aprender a aprender. Assim, propostas de pesquisa ou trabalhos a serem realizadas pelos estudantes para levantamento de informações em enciclopédias, livros ou órgãos comerciais sobre temas de seu cotidiano ou sobre conteúdos de Química enriquecem o ambiente escolar.

É certo que o levantamento de informações não significa a aquisição direta de conhecimento, uma vez que a transformação de informação em conhecimento dá-se pela incorporação dos conceitos à estrutura cognitiva dos estudantes, a partir da atribuição de significados pelos mesmos (GALAGOVSKY, 2005). Entretanto, a pesquisa de dados por parte dos estudantes pode levá-los ao desenvolvimento de algumas habilidades, tais como analisar criticamente diferentes informações verificando possíveis incoerências nos dados; selecionar fontes idôneas; compreender que informações podem ser obtidas em qualquer local, entretanto, a escola é um ambiente que permite a sua elaboração em conhecimento; estimular o gosto e a curiosidade pela busca de novos conhecimentos, entre outras.

2.5.2. Problematização inicial

Os conhecimentos prévios são informações com as quais os estudantes já chegam à escola, adquiridas da interação entre eles e seu meio e é consenso na literatura que tal conhecimento precisa ser utilizado como ponto de partida na prática pedagógica do professor.

No trabalho de sala de aula, o conhecimento prévio do estudante pode ser incorporado às atividades de ensino sob diversas orientações. Pode ser utilizado como fonte de questionamento para introdução do conteúdo a ser ensinado, ou sua veracidade pode ser contestada com o objetivo de estimular a discussão entre os estudantes e entre estes e o professor, levando-os a defenderem suas ideias e a argumentarem. Ou ainda, como um meio de relacionar o conceito científico àquilo que o educando já possui em sua estrutura cognitiva. Os conhecimentos prévios devem tornar-se fonte de problematização e de conhecimento de sua realidade, configurando-se como um importante instrumento de motivação, porque permitem aos estudantes perceberem que aquilo que já conhecem possui relação com o conteúdo escolar.

2.5.3. Proposição de modelos

Valendo-se de um conceito intrinsecamente relacionado ao modo com que o conhecimento químico é produzido, ou seja, a partir da proposição de modelos que procurem dar explicações satisfatórias aos fenômenos macroscópicos, duas metodologias são apresentadas na literatura: o modelo didático analógico (MDA) e a modelagem.

O MDA baseia-se em um tipo de analogia denominada “pares de representações concretas análogas”, em que se procuram semelhanças entre representações análogas como, por exemplo, o olho humano e uma máquina fotográfica. Uma analogia significa a comparação entre elementos do domínio de base (representação escolhida) e os elementos do domínio destino (elementos a serem aprendidos). O MDA constitui uma estratégia didática de construção ativa pelos estudantes dos elementos de base de uma analogia (ADÚRIZ-BRAVO et al., 2005). Segundo GALAGOVSKY (2005), essa metodologia é recomendada, quando os estudantes ainda não adquiriram os conceitos necessários para processar uma informação científica.

Também se utilizando da construção de modelos por participação ativa dos estudantes, aparece o conceito de modelagem. FERREIRA e JUSTI (2008) explicam que essa proposta metodológica é definida como o processo de elaboração e reformulação de modelos, na qual os estudantes são instigados a propor e a reformular modelos no nível submicroscópico da matéria, os quais sejam

capazes de explicar os fenômenos apresentados pelo professor, na forma de um experimento ou de uma proposição teórica.

Mais importante que chegar ao modelo científico mais aceito é o estudante desenvolver a capacidade de pensar em modelos e seu funcionamento, utilizando-os como ferramentas. Assim, espera-se que o estudante passe a tratar o conhecimento científico tal como ele é, com dúvidas e incertezas e não como verdades absolutas, como na maioria das vezes é apresentado. As autoras relatam que estudos nessa área mostram que a aprendizagem ocorre mais ao construir e refletir sobre os modelos do que pela simples observação deles.

É interessante comentar que os trabalhos de modelagem acontecem em grupos, nas quais os estudantes precisam elaborar um modelo que represente as ideias de seu grupo. Em cada etapa que compreende a apresentação de um modelo, ocorre, em seguida, um momento de socialização, em que todos os grupos apresentam e defendem seus modelos, em uma discussão coletiva, quando pode acontecer nova reformulação do que se apresentou. As autoras explicam que a metodologia possibilita o conhecimento, por parte do professor, dos modelos e conhecimentos prévios dos estudantes, o que geralmente acontecia apenas nas avaliações ao final do processo de ensino. Essa estratégia didática já foi aplicada para o ensino de diversos conteúdos de Química, como ligação metálica (MENDONÇA et al., 2006) e equilíbrio químico (FERREIRA e JUSTI, 2008).

2.5.4. Método investigativo

O método investigativo consiste na proposição de problemas significativos aos estudantes para que elaborem hipóteses que possam explicar a situação exposta. É importante que eles possuam os conhecimentos relacionados às explicações para os problemas, a fim de que tenham condições cognitivas para a elaboração dessas hipóteses.

O objetivo das indagações não é o de avaliar o aprendizado dos conceitos, procurando-se uma resposta satisfatória, mas o de permitir ao estudante utilizar seus conhecimentos para a elaboração de hipóteses que possibilitem explicações para a proposição, não obrigatoriamente condizente com o conhecimento científico atual. Dessa maneira, essa estratégia de ensino não é utilizada necessariamente para o ensino de conteúdos, mas sim para que o

estudante transponha seus conhecimentos em uma nova situação-problema. Assim, o estudante pode entrar em contato com os modos com que a ciência é produzida, compreendendo o “método científico” não como uma sequência lógica e fechada, mas compreendendo a trabalho científico como sendo coletivo e permanentemente passível de alterações (AZEVEDO, 2004). A autora explica, ainda, que nessa metodologia, o processo de aprendizado é tão importante quanto o produto do aprendizado.

A literatura apresenta alguns trabalhos relacionados à metodologia investigativa para o ensino de Física e de Ciências (ALFONSO et al., 2004; FERNANDES e SILVA, 2004). No ensino de Química, o foco desses trabalhos é o do emprego da metodologia investigativa em atividades didáticas experimentais, tanto no nível médio (CHAVES e PIMENTEL, 1997; OLIVEIRA e HARTWIG, 2006; SUART e MARCONDES, 2009; SUART et al., 2009) quanto no nível superior de ensino (GONDIM e MÓL, 2007). Nesse caso, a metodologia surgiu em contraposição ao método tradicionalmente empregado para aulas experimentais de Química, nas quais os estudantes recebem um roteiro com as instruções a serem seguidas para o desenvolvimento da experiência que, geralmente, é o de verificação de um conceito ensinado em sala de aula.

Na metodologia investigativa em atividades experimentais, nenhum roteiro é fornecido aos estudantes. A aula inicia-se com uma questão problematizadora, como “Por que não devemos colocar um limão cortado ao meio emborcado sobre a pedra de mármore da pia da cozinha e nem derramar vinagre sobre ela?” (CHAVES e PIMENTEL, 1997) ou “Como determinar a porcentagem de álcool na gasolina?” (OLIVEIRA e HARTWIG, 2006). Aos alunos são ensinados os conceitos teóricos necessários à discussão da questão problematizadora, como polaridade, porcentagem e regra de três para a questão proposta por Oliveira e Hartwig. Os estudantes discutem, em grupo, uma hipótese e uma estratégia de experimentação para confirmar a pertinência ou não da hipótese proposta. Tais trabalhos apresentam resultados satisfatórios em relação à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências atitudinais, como espírito de cooperação, reflexão crítica, automotivação e responsabilidade; competências estas que não são observadas em atividades experimentais nas quais um roteiro é seguido.

Capítulo 3

Questão de Pesquisa e Metodologia

“Existe uma ilusão de querer beber o oceano do real com o canudinho de um conceito”.

René Barbier.

O capítulo inicia-se com a apresentação da questão de pesquisa e dos objetivos específicos deste trabalho, diferenciando o termo “investigativo”, aqui empregado, dos constantes na literatura. Em seguida, apresenta-se a abordagem metodológica na qual esta pesquisa se enquadra, assim como os instrumentos de coleta de dados e como se procedeu a aplicação do projeto. Finalmente, descrevem-se os sujeitos de pesquisa assim como são tecidas algumas considerações sobre o contexto desta pesquisa, o que é necessário para melhor compreender a aplicação dos instrumentos metodológicos assim como a escolha das estratégias de atuação.

3.1. Questão de pesquisa

Percebe-se que, sob diferentes estratégias, as propostas da literatura caminham para uma ressignificação do papel da escola. No contexto do ensino de Química, defende-se a educação em Ciências para a alfabetização científica que, entre outras nuances, pretende aproximar o estudante do modo de produção da ciência, não resumindo, portanto, a educação ao processo de aquisição de conceitos científicos.

Como tratado anteriormente, existem diversos trabalhos em que os estudantes elaboram sugestões de procedimentos experimentais e, assim, participam ativamente da construção do seu conhecimento. Permanece, entretanto, uma lacuna no que concerne à metodologia investigativa em aulas teóricas de Química.

Neste contexto, apresenta-se a questão de pesquisa deste trabalho.

COMO O AMBIENTE ESCOLAR PODE FAVORECER O DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO CIENTÍFICO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO INVESTIGATIVO EM AULAS TEÓRICAS DE QUÍMICA?

A partir dessa indagação, os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- a) aplicar atividades de investigação para estudantes do primeiro ano do ensino médio de escola pública e particular, durante as aulas teóricas de Química, no período de um ano letivo;
- b) estudar as condições para a formação do espírito científico nos estudantes;
- c) analisar a relação de professores e estudantes com o método investigativo, ao longo da aplicação deste estudo.

Espera-se, com isso, contribuir para uma estratégia de desenvolvimento dos conhecimentos escolares em aulas teóricas de Química, visando a uma aprendizagem mais significativa e prazerosa.

3.1.1. Delimitando o método investigativo

O termo “investigativo” vem sendo amplamente utilizado na literatura. Trata-se da questão tanto na formação inicial e continuada de professores nas propostas para tornarem os professores pesquisadores de sua própria prática, quanto para a educação básica. Neste caso, as pesquisas que se referenciam ao termo também são as mais diversas. De uma maneira geral, tem-se a compreensão de que o método investigativo remete à participação ativa da construção do seu conhecimento, em estreita afinidade com as teorias construtivistas para a educação. Por isso, também é reconhecido como um processo investigativo de ensino, quando o aluno vai a campo para pesquisar e levantar dados para o estudo de um tema.

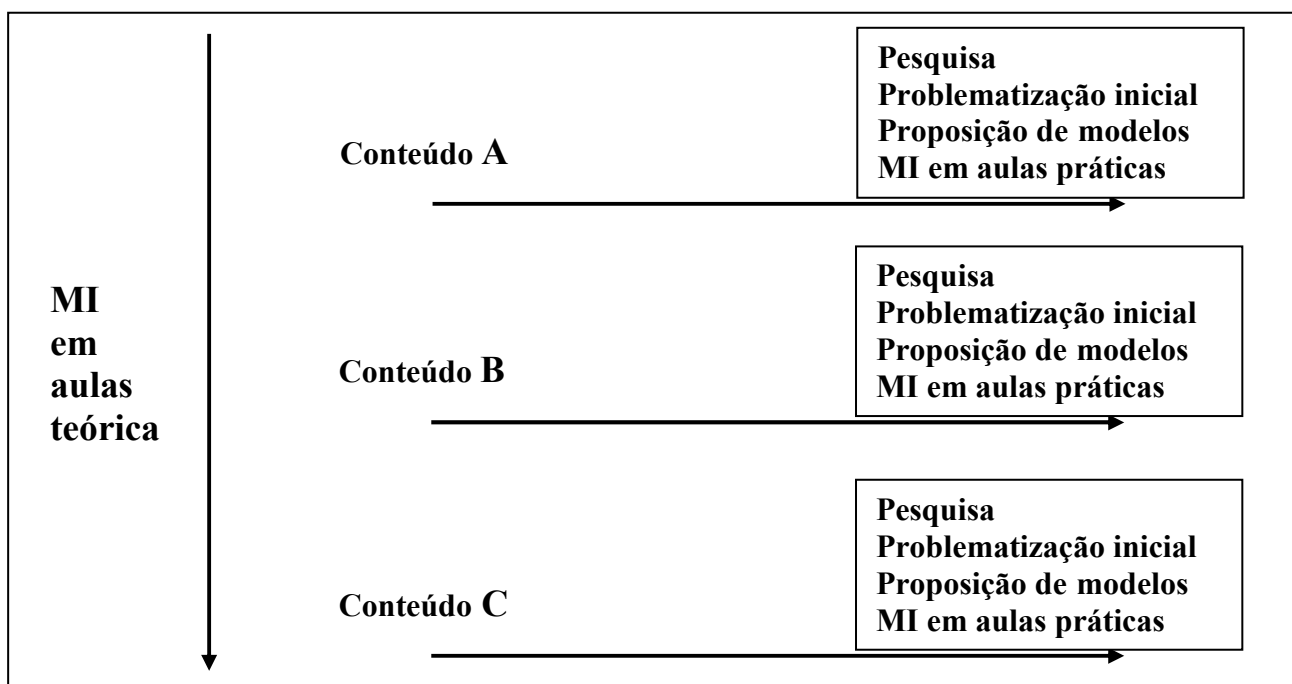
Como ponto em comum entre todas as estratégias, tem-se a concepção de que o ensino das ciências em uma abordagem problematizadora amplia os conhecimentos dos estudantes para outros, como os procedimentais e os

atitudinais e contribui para melhorar a própria compreensão dos conceitos tradicionalmente abordados (GIL PÉREZ e VILCHES, 2006). Os processos de argumentação, de exposição de ideias, de sua defesa ou de seu abandono diante de uma contradição são ricos para a reforma do espírito rumo ao espírito científico e funcionam como medidores de aprendizagem, pois, só se conhecem conceitos quando se sabe discutir, utilizando-os. Além disso, participar de parte das atividades do cientista – pensar em hipóteses, debruçar-se, deixar-se enlevar por um problema científico – pode levar os estudantes a sentirem as mesmas sensações que experimentam os pesquisadores e descritas por NOUVEL (2001).

Todavia, faz-se necessário delimitar o que se compreende por método investigativo neste trabalho. Assim, essa estratégia é aqui definida como uma metodologia de trabalho na educação básica que se aproxima do modo de construção da ciência. Tal como ocorre no método investigativo em aulas práticas e na modelagem, os estudantes participam ativamente do processo de aprendizagem, comportando-se proximamente ao modo como os cientistas constroem conhecimento. Ao mesmo tempo, a proposta deste trabalho diferencia-se dessas duas últimas sob duas perspectivas. A primeira delas é a ênfase dada ao processo e à elaboração de hipóteses e estratégias em aulas teóricas, buscando-se contribuir para a inclusão de processos investigativos durante o tratamento teórico do conteúdo.

Por outro lado, enquanto as outras abordagens centram-se em desenvolver habilidades focando o tratamento ou o ensino de um conteúdo químico, este trabalho busca estudar o impacto de atividades investigativas ao longo do desenvolvimento de diversos conteúdos. O Quadro 3.1 abaixo apresenta uma diferenciação importante entre essas metodologias e o método investigativo (MI) em aulas teóricas aqui proposto.

QUADRO 3.1: Diferenciação entre as metodologias que consideram a problematização em aulas de Química e o método investigativo (MI) em aulas teóricas aqui proposto.



3.2. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa foi aplicada durante os horários regulares das aulas de Química, o que requereu a colaboração tanto dos estudantes quanto dos professores, configurando-se, então, como uma pesquisa-ação.

Dentre as definições já formuladas para pesquisa-ação, destaca-se a seguinte:

tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1998, p. 14)

BARBIER (2007) explica que diferentes personagens da história, como Marx, Dewey e, na América Latina, Paulo Freire atuaram dentro da concepção da pesquisa-ação, entretanto, comumente a origem desta metodologia é atribuída a Kurt Lewin. Este psicólogo trabalhou com pesquisas que envolvem a ação de grupos de modo que as próprias pessoas participassem da transformação da sua

realidade e definiu pesquisa-ação como sendo: *“uma ação em um nível realista sempre seguida por uma reflexão autocrítica objetiva e uma avaliação dos resultados”* (LEWIN, citado por BARBIER, 2007, p. 29).

THIOLLENT (1998) ressalta que a pesquisa-ação não pode restringir-se à ação ou à participação, pois aquela não pode ser arbitrária e guarda a necessidade de produzir conhecimentos, adquirir experiência, contribuir para a discussão ou fazer avançar o debate acerca das questões abordadas. Ela pode ser encarada como uma flexibilização da pesquisa convencional, quando convida os sujeitos a refletirem sobre o processo, considera esse saber espontâneo e compara com os estudos teóricos. BARBIER (2007, p. 81) complementa: *“Não se trata tão-somente de uma pesquisa sobre a ação ou para a ação, mas de uma pesquisa em ação, segundo a expressão de Henri Desroche”*.

De acordo com EL ANDALOUSSI (2004) os tipos de pesquisa-ação podem ser diferenciados pela ação empregada e pelo grau e natureza de envolvimento do pesquisador, sendo eles:

1. Operação programada pelos pesquisadores – quando se objetiva a produção de saber e, para tanto, elaboram-se os instrumentos de coleta, vai-se à campo observar uma situação tomada como “natural” e recolhe informações. Este esquema está bastante próximo da pesquisa tradicional e pode conter baixo envolvimento dos atores;

2. Situação espontânea e natural – evidencia-se a produção de conhecimento mais imediata e a pesquisa pode relegar-se a segundo plano já que o principal é refletir diretamente sobre uma dada situação. Os atores revelam as dificuldades e discutem com os pesquisadores os quais saem transformados desta vivência;

3. Conjunto de operações planejadas em comum entre pesquisadores e atores – neste caso, ambos os sujeitos são bastante ativos no ambiente de estudo. Busca-se o equilíbrio entre pesquisa, ação e decisão construindo soluções para um dado problema.

Uma das características da pesquisa-ação decorre de seus objetivos prático e de conhecimento, respectivamente buscando mecanismos para o sujeito transformar sua realidade e informações sobre determinadas situações que seriam de difícil acesso através de outros procedimentos (THIOLLENT, 1998). Assim, a pesquisa-ação pode enfatizar um de três aspectos: resolução de problemas, tomada

de consciência ou produção de conhecimento. O autor especula que com maior amadurecimento do pesquisador em relação a esta metodologia os três aspectos podem ser contemplados concomitantemente.

Assim, uma pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação quando um problema não-trivial é investigado e no qual a participação dos sujeitos é absolutamente necessária. No campo das Ciências Sociais, ela está relacionada a processos de engajamento sócio-político de camadas populares. Todavia, o conhecimento produzido por este procedimento metodológico não pode se restringir à realidade estudada, devendo ser suscetível a comparações com outros estudos e a generalizações. Para THIOLENT (1998), diferentemente das críticas à pesquisa convencional, os resultados da pesquisa-ação não estão distantes do contexto em que se desenvolveu e possibilita ações decorrentes.

No campo da educação, THIOLENT (1998) esclarece que este tipo de pesquisa na educação básica pode ser difícil de ser encontrada em virtude das resistências institucionais e dos professores. Porém, ela vem crescendo pela descrença e desilusão para com as pesquisas convencionais que, apesar de aparentemente precisas, estão geralmente afastadas da realidade concreta da sala de aula: *“Por necessárias que sejam, revelam-se insuficientes muitas das pesquisas que se limitam a uma simples descrição da situação ou a uma avaliação de rendimentos escolares”* (THIOLENT, 1998, p. 74).

Desta forma, a pesquisa-ação não se restringe à descrição ou avaliação de um cenário educacional. É necessário fazer projeções que delineiem um ideal e que se reflita em mudanças do quadro escolar.

3.2.1. Instrumentos de coletas de dados

Foram elaborados para ser utilizados na coleta de dados:

a) Atividades de investigação

Com a distribuição das apostilas produzidas pelo Governo do Estado de São Paulo, para as escolas públicas, em 2009, o programa de conteúdos anual, que até então era semelhante, diferenciou-se entre escola pública e particular. Neste caso, para respeitar os conteúdos e a ordem em que seriam abordados pelos

professores, foi preparado um banco de onze atividades de investigação do qual seriam escolhidas – pelos professores participantes – sete delas para serem trabalhadas com os estudantes de sua turma.

As folhas de atividades que foram entregues aos estudantes encontram-se em anexo; também, em anexo, no *cd-rom*, se encontram os arquivos completos sobre as investigações elaboradas. Em cada arquivo, constam: a folha de atividades entregue aos estudantes, uma explicação retirada da literatura para a questão apresentada, o mapa conceitual com os pré-conceitos necessários para a solução da atividade e algumas figuras utilizadas para a apresentação do problema ou para a sua elucidação durante a discussão coletiva.

Essas investigações podem ser diferenciadas em dois tipos: o primeiro enquadra problematizações para a compreensão de fenômenos, caso em que se solicita ao estudante que, inicialmente, elabore uma explicação para a ocorrência daquele fenômeno, utilizando conceitos científicos. Um exemplo desse tipo de problema é o estudo dos gêiseres que são fontes de águas termais que funcionam com incrível regularidade. Foram fornecidas algumas pistas para auxiliá-lo na explicação, caso ele sentisse dificuldade. Em seguida, requisita-se que ele elabore estratégias para verificar se sua hipótese para a explicação do fenômeno é coerente.

O outro tipo de investigação remete ao estudo de processos químicos elaborados pelo homem os quais, portanto, permitem mais de uma estratégia de resolução. Como exemplo, pode-se citar a separação dos componentes do ar atmosférico, os gases oxigênio e nitrogênio. Dessa maneira, os estudantes foram chamados a propor sugestões de procedimento para solucionar o problema proposto, seguidas, também, de algumas pistas que eles poderiam utilizar. As atividades 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 e 11, na *Pasta Atividades de Investigação (cd-rom)* são do tipo 1 enquanto que as investigações 2 e 9 pertencem ao tipo 2.

Essas atividades foram elaboradas a partir de fenômenos ou processos humanos cuja compreensão necessitasse dos conceitos científicos trabalhados pelos professores participantes. Dessa forma, a primeira investigação, por exemplo, refere-se aos gêiseres, fenômeno que é explicado a partir dos conceitos de pressão, temperatura e mudança de estados físicos. Essa atividade pode então ser alocada no início do período letivo visto que esses são os primeiros conteúdos trabalhados pelos docentes. Algumas investigações são comumente encontradas como exercício avaliativo em livros didáticos, como é o caso do segundo problema que trata da

obtenção dos gases nitrogênio e oxigênio a partir do ar atmosférico. Neste caso é necessário ressaltar a importância da aplicação da atividade de acordo com o plano de trabalho do professor. Assim, esta investigação deveria ser trabalhada com os estudantes após o ensino dos conceitos de pressão, temperatura e mudanças de estado físico, mas antes do conteúdo separação de misturas. Dessa forma, este problema representaria uma atividade investigativa e não um exercício avaliativo.

A apresentação dos problemas aos alunos e não a proposta de elaboração pelos próprios é justificada por duas razões. Inicialmente há as indicações de HODSON (1992) para que o estudante entre em contato progressivamente com o trabalho do cientista, recebendo problemas pré-elaborados para, apenas posteriormente, sugerir suas próprias propostas de investigação. Adicionalmente, deve-se considerar o fato de os momentos de contato com o processo investigativo representar apenas parte de uma disciplina dentre as várias que compõem a matriz curricular do ensino médio por alunos que tiveram também percurso escolar de oito anos de ensino fundamental, no qual prevalece a abordagem tradicional de ensino. Desta forma, como ocorre nas propostas de investigação em aulas práticas de Química, relatadas na literatura, em virtude do pouco contato dos estudantes com esse tipo de metodologia, não é possível esperar que eles próprios elaborem os problemas os quais investigarão. As recomendações de BACHELARD (1996) para o incentivo à formulação de problemas foram levadas em consideração, por exemplo, por meio da realização de discussões coletivas, quando os estudantes eram estimulados a questionar a hipótese do colega e elaborar perguntas sobre o fenômeno em estudo.

É necessário ressaltar, ainda, que para cada investigação foi elaborado um mapa conceitual no qual foram relacionados os conceitos que os estudantes deveriam já ter aprendido para que pudessem propor hipóteses. Essa atitude norteou a inserção das investigações nos cronogramas dos professores.

b) Questionários e entrevistas

Todos os estudantes foram submetidos a três diferentes questionários. O primeiro deles (Questionário Inicial - QI) teve por objetivo levantar a motivação dos estudantes em relação à escola e ao aprendizado da Química. Sua elaboração foi baseada no trabalho de CORRÊA (2009).

Durante o período letivo, após cada discussão coletiva realizada, em virtude da diferença no número de turmas, um aluno de cada turma das escolas públicas e dois alunos de cada turma da escola particular foram entrevistados para aprofundamento das respostas que haviam fornecido na folha de atividades (Roteiro 1). Os estudantes apresentaram-se de maneira voluntária para a entrevista quando se deixou claro que eles deveriam participar de todas as atividades para que fossem entrevistados após todas as discussões coletivas. Um questionário de acompanhamento (QA) foi aplicado duas vezes, e neles os estudantes deveriam selecionar os três aspectos mais interessantes das aulas de um rol de opções. O primeiro grupo de alternativas tratava das atitudes do professor em sala como, por exemplo, “O (a) professor (a) conversou comigo” ou “O(a) professor(a) faltou” enquanto que o segundo grupo arrolava aspectos da rotina da sala de aula, tais como “Tirei uma boa nota” e “Não tinha que pensar muito”. Em ambos os casos, havia opções relacionadas à presença das atividades de investigação durante as aulas.

Ao final da aplicação do projeto, os estudantes responderam um último questionário (Questionário Final - QF) o qual tinha por objetivo levantar a impressão dos estudantes em relação ao projeto, o conhecimento dos estudantes em relação às etapas do trabalho do cientista (PRAIA et al., 2002) e o que os estudantes compreendiam sobre os conceitos necessários para a solução da maioria dos problemas propostos. No mesmo dia, três estudantes em cada turma foram submetidos a uma entrevista semiestruturada para levantamento das impressões finais sobre a abordagem investigativa. Os estudantes deveriam pertencer aos seguintes grupos: Caso 1 (C1) – alunos que eram entrevistados após cada discussão coletiva (Roteiro 2); Caso 2 (C2) – alunos que participavam das discussões coletivas, mas não respondiam a folha de atividades que levavam para casa (Roteiro 3); Caso 3 (C3) – alunos que não participavam da discussão coletiva nem respondiam a folha de atividades (Roteiro 4).

Os professores participantes foram igualmente submetidos a três entrevistas semiestruturadas. A primeira delas (Roteiro 5) foi coletiva e aplicada ao início do curso preparatório para o método investigativo, quando foram questionados sobre sua motivação e a dos estudantes em relação ao ensino e o estudo da Química e suas concepções gerais sobre educação.

Ao final do primeiro semestre, os professores foram entrevistados para contribuírem com a avaliação do método investigativo (Roteiro 6). Ao término da coleta de dados, eles foram entrevistados para levantar as impressões finais sobre o projeto (Roteiro 7).

Os questionários e os roteiros de entrevistas encontram-se no Apêndice. As entrevistas semiestruturadas foram elaboradas e aplicadas de acordo com LÜDKE e ANDRÉ (1986). Todas as entrevistas foram transcritas e constam em anexo no *cd-rom* (Pasta: *Transcrições*) seguindo as indicações de QUEIROZ (1991).

c) Diário de Campo

Uma técnica comum na pesquisa-ação é a do diário, um bloco no qual são registradas impressões, sentimentos, reflexões, aquilo que o pesquisador retém de uma conversa ou de uma teoria (BARBIER, 2007). Ele pode ser construído inicialmente na forma de rascunho, que pode ser reelaborado pela adição de comentários e teorizações.

Dessa maneira, em virtude do longo período de aplicação do projeto, optou-se por registrar as impressões e observações realizadas nas escolas, as quais não seriam detectadas pelos outros instrumentos de coletas de dados selecionados.

3.3. Rotina de coletas de dados

3.3.1. Curso para professores participantes

Inicialmente, quatro professores de Química de ensino médio, efetivos em suas escolas, foram convidados a participar da pesquisa, a qual foi apresentada com a possibilidade de estabelecimento de uma parceria. O vínculo ocorreria da seguinte maneira: enquanto os docentes auxiliariam na coleta de dados para este trabalho, os professores desenvolveriam projetos de pós-graduação. Destes quatro professores, três aceitaram o convite, sendo que dois atuam em escolas públicas e um em escola particular.

Os trabalhos foram iniciados no semestre anterior ao da aplicação das investigações nas escolas, agosto de 2009, com um curso ministrado aos três professores. O curso teve o objetivo de apresentar os fundamentos nos quais a

pesquisa se baseia e as investigações produzidas, e ocorreu nas dependências do Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Química LENAQ-UFSCar.

No primeiro encontro, os participantes foram apresentados, assim como as suas perspectivas de pós-graduação. A questão da parceria foi ressaltada e o Roteiro 5 foi aplicado. Por sugestão de uma professora, foi lida uma reportagem da Revista Veja do dia 08/07/2009 “Os *meninos-lobo*” (arquivo em anexo no *cd-rom* – Pasta: *Curso_Professores*). Da discussão do texto surgiu a problemática da falta de crença por parte dos estudantes, da importância do conhecimento em si. Visto que a relação do sujeito com o conhecimento é um aspecto importante levantado nesta pesquisa, adiantou-se uma apresentação em *power point* preparado para ser exibida aos estudantes (arquivo “PPT estudantes” em anexo no *cd-rom*). Debateu-se, assim, o hábito de os estudantes, em geral, de buscarem prazeres e recompensas imediatas, mas que o projeto seria conduzido sob a perspectiva de que as atividades não se pautariam em aumento de nota ou outra premiação qualquer, mas, sim pela satisfação que o aprendizado pode proporcionar. A importância da necessidade dessa mudança de ponto de vista nos estudantes foi consensual.

O segundo encontro, na semana seguinte, foi dedicado à apresentação desta pesquisa de doutorado (arquivo “PPT1 professores” em anexo no *cd-rom* – Pasta: *Curso_Professores*), contendo: os resultados bem-sucedidos obtidos em trabalhos de outro pós-graduando do grupo que desenvolveu suas atividades com a metodologia investigativa em aulas práticas de Química, as principais proposições de Bachelard sobre a formação do espírito científico, a questão de pesquisa e seus objetivos específicos e as estratégias de coleta de dados.

Na terceira semana, em virtude de as férias escolares terem se encerrado e os professores retomado compromissos anteriores, eles chegaram em horários diferentes. Os professores relataram seus esforços para ler o texto sugerido “*Construindo conhecimento científico na sala de aula*” (arquivo em anexo no *cd-rom* – Pasta: *Curso_Professores*), apesar da “correria do dia a dia”. A discussão do texto foi rica e todos mostraram bastante interesse e conhecimento daquilo que era tratado no artigo. Em seguida, algumas investigações preparadas foram apresentadas com o intuito de que se procedesse à análise, pelos docentes, de sua pertinência em termos conceituais para o nível de ensino a qual se dedicava (1º ano do ensino médio). Após lerem as duas primeiras investigações, os professores as

consideraram “difíceis demais para o nível dos alunos” mostrando-se descrentes, então, quanto à viabilidade do projeto. Essa opinião pode ser atribuída à maneira como investigações foram apresentadas pela doutoranda: o planejamento inicial era o de analisar o problema proposto, seguido da explicação da literatura para o fenômeno, o que pode ter levado os docentes a pensarem que essa mesma linguagem seria utilizada com os estudantes.

Em virtude da dificuldade em manter o horário da reunião, os encontros seguintes ocorreram separadamente, entre a pesquisadora e o professor. Neles, foi esclarecido que não eram esperadas respostas prontas e corretas dos estudantes, mas o desenvolvimento de sua habilidade de expor e argumentar suas ideias com base em conceitos químicos. A então sensação de descrença foi substituída, em todos os professores, por uma curiosidade em verificar como seria o desempenho dos estudantes nessas atividades desafiadoras. Assim, dois professores não tiveram dificuldade em escolher sete das onze investigações preparadas. Uma professora, insatisfeita com o desempenho de seus estudantes e, atribuindo a si mesma a culpa por aquela situação, preferiu que a escolha fosse feita pela doutoranda.

3.3.2. Aplicação das investigações, questionários e entrevistas

Após as atividades iniciais com os professores, alguns dos instrumentos de coleta de dados foram testados, ainda no segundo semestre de 2009. Em todas as classes de primeiro ano (13 turmas, totalizando aproximadamente 380 alunos) dos professores foi exibida a apresentação em *power point* sobre a relação entre conhecimento e prazer (arquivo “PPT estudantes” em anexo no *cd-rom*) e aplicada uma investigação.

Desse contato inicial, algumas impressões puderam ser inferidas. De uma maneira geral, a apresentação em *power point* chamou bastante a atenção dos estudantes; o seu impacto motivacional, entretanto, foi maior nas escolas públicas, onde foram detectados discursos como: “eu estava precisando ouvir isso”, “adorei”. No entanto, o mesmo não ocorreu na escola particular. Além disso, os estudantes da escola particular receberam sua folha de atividade e a guardaram em seus cadernos, ao passo que alguns estudantes das escolas públicas motivaram-se e começaram a discutir sobre suas hipóteses com seus colegas, professora ou

pesquisadora. Estas são observações obtidas sem uma coleta sistemática e, portanto, não foram consideradas como um dado para a pesquisa.

Em uma das escolas públicas, em virtude dos feriados do final do ano, o recolhimento da folha de atividades ocorreu três semanas após a entrega, e ficou evidente que isso prejudicou o envolvimento dos estudantes. Portanto, na elaboração do cronograma de aplicação das investigações para o ano seguinte, tomou-se o cuidado de promover a discussão coletiva e recolhimento da folha de atividades sempre uma semana após sua entrega.

A rotina de aplicação das atividades de investigação, durante o ano letivo de 2010, ocorreu da seguinte maneira:

a) Ao início do período letivo, a apresentação em *power point* foi levada aos estudantes, para embasar a defesa do prazer que o estudo pode proporcionar. Os argumentos utilizados foram os de que a satisfação oriunda do estudo traz benefícios físicos na liberação de neurotransmissores, quando se sente que aprendeu. Há, também, as contribuições em longo prazo que a dedicação à escola pode trazer como, por exemplo, poder escolher e seguir uma carreira profissional que lhe agrade. Além disso, discutiu-se sobre o que seja o trabalho de cientista, a respeito do processo de elaboração de hipóteses e verificação de sua potencialidade a partir de experimentos, o que, por sua vez, pode gerar novos experimentos ou ressignificações da teoria aceita até então, estabelecendo-se, assim, a relação teoria/prática nas ciências. Um pequeno exercício foi feito para praticar a elaboração de hipóteses e estratégias de verificação para duas figuras apresentadas: a de um homem cabisbaixo e uma estrada com muitas garrafas quebradas espalhadas. Após descrever a figura solicitava-se aos estudantes que elaborassem hipóteses para explicar a cena. Após o levantamento das propostas, os alunos deveriam elaborar estratégias para verificar qual sugestão contribuiria para elucidar o caso. Ao final do exercício explicou-se aos estudantes que o interesse dos químicos não era compreender problemas como esses e sim a natureza e que, portanto, as atividades focariam nos fenômenos relacionados ao trabalho do químico.

b) Após o ensino, pelo professor, dos conceitos necessários a cada investigação, uma atividade investigativa era proposta aos estudantes que deveriam trazer suas sugestões. Na semana seguinte, após o recolhimento da folha de atividade respondida pelos estudantes, realizava-se uma discussão coletiva, na qual se incentivava que os estudantes expusessem suas sugestões para as hipóteses e

as estratégias de verificação e criticassem as ideias dos colegas. Deixava-se claro aos estudantes que a refutação ou a crítica a uma hipótese enriquece o processo de aquisição de conhecimentos e se assemelha fortemente à rotina de trabalho dos cientistas e da construção de novos conhecimentos. Após cada discussão coletiva, os estudantes eram entrevistados. As discussões coletivas foram gravadas e os áudios encontram-se em anexo no *cd-rom* (Pasta: *Discussões Coletivas*).

Os cronogramas de aplicação das investigações foram elaborados de modo a que elas ocorressem periodicamente, num total de sete investigações distribuídas ao longo do ano. Em virtude da greve nas escolas públicas, o início da aplicação ocorreu com um mês de atraso, sendo necessário, então, diminuir uma atividade. Ao final do primeiro semestre, os professores foram entrevistados. Por sugestão de uma docente, a quinta atividade de investigação foi explicada e o resto da aula disponibilizado para que os estudantes a respondessem. Após as férias escolares do mês de julho, ainda com o intuito de cultivar o gosto pelo conhecimento de maneira desinteressada, todos os estudantes foram presenteados com um DVD (em anexo). Nele estavam contidos arquivos com vídeos de divulgação científica como a Série “Mundos Invisíveis” de Marcelo Gleiser e “Cosmos” de Carl Sagan e informações sobre os cursinhos comunitários da cidade, sobre as atividades culturais oferecidas na cidade, páginas da internet com curiosidades sobre Química e para acessar guias de profissão.

Após a terceira e quarta e depois da quinta e da sexta atividade aplicadas respectivamente nas escolas públicas e particular, os estudantes responderam o QA.

Quando se observou que o período de provas finais se aproximaria, o projeto foi concluído com a aplicação do QF e das entrevistas finais para professores e estudantes.

3.4. Caracterização dos sujeitos e do ambiente de pesquisa

3.4.1. Escola “A”

A escola “A” é uma escola pública localizada em um bairro de São Carlos e atende a um alunado que, em geral, não tem pretensão de seguir os estudos após a conclusão do ensino médio. A merenda e a fuga de um ambiente

familiar pouco motivador contribuem para a frequência na escola, mas a taxa de evasão cresce ao longo do ano. A escola é relativamente pequena, pois atende oito turmas de primeiro ano, mas apenas duas de terceiro ano, por exemplo. O laboratório é uma sala de aula adaptada com pia, alguns reagentes e lousa e é compartilhado com a professora de Biologia. A professora que leciona Química para as turmas de 1° anos é efetiva, mestre em Química e desejava fazer doutorado. Atua na profissão há vários anos e percebe-se que ela se envolve emocionalmente com a docência. Demonstra carinho pelos estudantes e aflige-se com o baixo desempenho ou falta de interesse deles, atribuindo a si a culpa pela situação. Durante suas aulas, apesar de não atrair a atenção de todos os estudantes, retoma o conteúdo mais de uma vez, quando percebe que não foi bem assimilado por alguns. Periodicamente, questiona alguns estudantes para analisar se compreenderam o conteúdo. Em uma das aulas presenciadas, foi possível verificar que é necessário que a professora interrompa os exercícios de Química para retomar explicações concernentes à Matemática. Ela utiliza a apostila do Governo do Estado, apesar de não concordar com a disposição de alguns conteúdos ou com a referência a assuntos bastante distantes da realidade dela ou de seus estudantes como, por exemplo, os autofornos. Considera que uma equipe adequada deveria ter sido selecionada para sua elaboração. Além disso, acredita que sua pertinência apenas será verificada com a utilização do material, mas, como a outra professora, reclama de, novamente, algo ter sido imposto pelo Estado, sem preparo ou discussão a respeito, com os professores.

Existem sete turmas de 1° ano com cerca de 30 estudantes por sala e a professora será tratada nesta pesquisa por Professora da Escola “A” e as suas respectivas turmas por “A1” a “A7”.

3.4.2. Escola “B”

A escola “B” é uma escola pública localizada no centro da cidade de São Carlos e atende um alunado diferenciado. No período da manhã frequentam estudantes com situação sócio-econômica melhor do que os da escola A. Já no período noturno predominam estudantes trabalhadores, sendo que muitos deles optam pela escola devido à proximidade desta com seus locais de trabalho. A escola possui boa infra-estrutura com anfiteatro e laboratório bastante equipado em termos

de vidrarias, sendo o prédio também um patrimônio histórico e é bastante disputada entre os professores efetivos no período de atribuição de aulas. A professora que leciona Química para as turmas de 1° anos no período noturno é efetiva na escola e doutora em Química. Atua na profissão também há vários anos e percebe-se que ela se sente bastante segura em relação ao seu conhecimento e à sua atuação em sala de aula. Durante suas aulas, esforça-se por manter a disciplina e obter a colaboração dos estudantes para o estudo. Em virtude das salas numerosas, utiliza um tom alto de voz, em grande parte do tempo. Por não concordar com a apostila enviada pelo Governo do Estado, não alterou seu plano de ensino, utilizando as apostilas apenas quando considera que estão de acordo com o seu planejamento. Paralelamente ao desenvolvimento desta pesquisa ela anseia desenvolver um projeto de pós-doutorado.

No período noturno existem quatro turmas de 1° ano com cerca de 30 estudantes por sala e a professora será tratada nesta pesquisa por Professora da Escola “B” e as suas respectivas turmas por “B1”, “B2”, “B3” e “B4”.

3.4.3. Escola “C”

A escola “C” é uma escola particular da cidade de São Carlos e atende alunos da classe média, preocupados com vestibular, que tem acesso à internet, oportunidade de freqüentar cursos extracurriculares e que viajam de férias frequentemente. A escola tem uma estrutura rígida quanto ao cumprimento de metas, oferece diversos projetos como feira de ciências, aulas extras e viagens culturais. Nela, não há um espaço destinado para laboratório. O professor responsável pelas turmas de Química atua nesta escola e em uma escola pública, nesse caso como professor de Matemática. Desenvolveu seu projeto de Mestrado cujo tema possui estreito vínculo com esta pesquisa. Atua na docência há vários anos e gosta bastante de trabalhar na escola “C”. Em suas aulas, predomina o “bom comportamento” dos estudantes, isto é, o nível de ruído não atrapalha as falas do professor apesar de ele não conseguir a atenção de todos eles. Ele permeia as aulas com momentos de descontração.

Há duas turmas de 1° ano com 25 estudantes por sala e o professor será tratado nesta pesquisa por Professor da Escola “C” e as suas respectivas turmas por “C1” e “C2”.

3.5. Considerações sobre a coleta de dados

Um ponto importante desta pesquisa é despertar a atenção do estudante para a satisfação intrínseca que pode ser despertada por meio do contato com a ciência. Dessa maneira, as atividades de investigação foram aplicadas sem realizar “trocas” com os estudantes. Perguntas do tipo “*vale nota?*” foram bastante comuns durante a rotina de coleta de dados. Entretanto, procurava-se enfatizar nas discussões que a participação nas atividades poderia proporcionar mais aprendizado e uma oportunidade de conhecer a rotina de trabalho dos cientistas. A apresentação em *power point* no início do ano letivo e o DVD presenteado após as férias escolares de julho também tiveram esse mesmo objetivo. Todavia, aqueles estudantes, que não demonstraram qualquer interesse em participar, não foram forçados nem se utilizaram notas ou castigos como forma de convencimento, mantendo, assim, a coerência da proposta.

Além disso, é importante atentar para as condições nas quais o método investigativo foi implementado. Optou-se, nesta pesquisa, em trabalhar essa estratégia de ensino não em um sistema ideal de regência de aulas, como em minicursos que contam com a participação de estudantes voluntários. Ela ocorreu dentro da realidade da rotina escolar o que deixou a coleta de dados sujeita aos contratempos comuns do calendário escolar: aplicação de provas e listas de exercícios, feriados, gincanas, atrasos no desenvolvimento do conteúdo, entre outras, o que gerava a necessidade de reorganização do cronograma de aplicação. Apesar das dificuldades que essa opção gerou, ela também representa uma proposta de trabalho atenta para a realidade de nossas escolas de ensino médio.

Capítulo 4

Avaliação do método investigativo

“Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros”.

Paulo Freire.

Neste capítulo, é analisado o potencial da utilização do método investigativo em aulas teóricas de Química. São examinadas a aceitação dos estudantes e dos professores em relação à metodologia empregada, a compreensão dos primeiros sobre o trabalho do cientista e a participação dos alunos durante a coleta de dados. A partir dessas informações, algumas reflexões são tecidas no que concerne à relação dos estudantes das escolas públicas e da escola particular com o saber.

4.1. Sobre o método investigativo em aulas teóricas de Química

4.1.1. Aceitação dos estudantes em relação ao projeto

A aceitação dos estudantes em relação à metodologia em estudo foi avaliada ao longo da aplicação do projeto, através das entrevistas com os estudantes (Apêndice 10) e com os QA (Apêndice 11), e ao final da coleta de dados, a partir do QF (Apêndice 12) e das entrevistas finais (Apêndices 13, 14 e 15).

Pode-se afirmar que, de uma maneira geral, os estudantes de todas as escolas gostaram de participar do projeto, como pode ser observado nas respostas da primeira questão do QF: “Você gostou de ter participado das atividades de investigação?”.

Na Escola “A”, 129 estudantes responderam essa questão sendo que 116 (90%) afirmaram ter gostado de participar do projeto. A aceitação também foi muito boa na Escola “B”, visto ter sido essa também a opção de 55 (95%) dos 58 estudantes que responderam o questionário. A mesma opinião é compartilhada por 88% dos 43 estudantes da Escola “C”.

As justificativas do motivo de os estudantes terem gostado do projeto estão relacionadas na Tabela 4.1.

TABELA 4.1. – Frequência das respostas assinaladas pelos estudantes para justificar por que gostaram de participar do projeto na questão 1 do QF. Os estudantes poderiam assinalar mais de uma alternativa.

Respostas	Porcentagem		
	Escola “A”	Escola “B”	Escola “C”
Tornou a aula mais legal	33	23	27
As investigações me deixaram curioso	25	26	32
Fez com que eu compreendesse melhor o significado de ciência	14	18	13
Gostava de discutir as hipóteses com a turma	14	16	15
Fez com que eu gostasse de Química	10	11	1
Despertou em mim o gosto pela profissão de cientista	3	3	3
Outro	-	2	8

Observa-se que as atividades de investigação contribuíram, principalmente, para *“tornar a aula mais legal”* e para *“deixarem-nos curiosos”*. Em menor frequência aparecem as justificativas: *“Fez com que eu compreendesse melhor o significado de ciência”*, *“Gostava de discutir as hipóteses com a turma”* e *“Fez com que eu gostasse de Química”*. O projeto de investigação pouco contribuiu para despertar o interesse pela profissão de cientista, não passando dos 3% das respostas assinaladas.

Esses dados são corroborados quando, em outro momento do QF – questão 7 – se solicita aos estudantes que expressem sua opinião, discursivamente, sobre o projeto e se pergunta se gostariam que o mesmo continuasse nos próximos anos e também em outras disciplinas.

Também nessa questão, a análise do projeto, de uma maneira geral, foi bastante positiva. Na Escola “A”, 91% dos estudantes que responderam a questão gostariam que o projeto continuasse no ano seguinte e em outras disciplinas. Nas Escolas “B” e “C”, as porcentagens de estudantes que expressaram a mesma opinião foram, respectivamente, 89 e 83%. A Tabela 4.2 relaciona os pontos positivos levantados pelos estudantes juntamente com a frequência destas respostas dada em número de respostas.

TABELA 4.2. – Categorias obtidas e número de respostas para aspectos positivos do projeto quando se solicitou que os estudantes expressassem sua opinião sobre o projeto discursivamente. As respostas dos estudantes foram enquadradas em mais de uma categoria.

	Respostas	Porcentagem		
		Escola “A”	Escola “B”	Escola “C”
Interesse	É interessante / legal	37	18	13
	Desperta interesse/curiosidade	17	9	3
	Ajuda a fazer a pensar/Torna-os mais críticos/Abre os olhos/se expressar melhor	10	2	7
	Descobriu coisas que não sabia/curiosidades	5	4	7
	Não eram obrigados a fazer	-	1	-
Aula	Muda a aula/deixa-a legal	9	8	7
	A sala interagiu/os alunos participam mais	4	3	1
	Pode ajudar a sala a melhorar comportamento e conhecimento	1	-	-
	Cada um expõe do seu jeito	1	-	-
	Ajuda a gostar de Química	-	4	-
Aprendizado	É uma experiência a mais sobre a matéria	1	-	-
	Ajuda a entender a matéria/aprender mais Química	26	10	9
	Aprende de uma maneira fácil/diferente	5	7	2
	Ajuda a entender para que utilizarão a matéria um dia	-	-	2
	Diferente e difícil	-	-	1
Pessoa	Gosta de saber por que as coisas acontecem	1	-	-
	É melhor para seu desempenho	2	-	-
	Gosta de coisas novas / diferentes	2	-	3
Cientista	Experiência de ser cientista é prazerosa	2	-	-
	Despertou vontade de ser Química	2	-	-
	Conheceu o trabalho do cientista	1	-	-
	Pode descobrir seu potencial em Química	-	-	1
	Mostrou que todos podem ser químicos	-	-	1

Nas três escolas destacam-se as justificativas “*É interessante / legal*” e “*Ajuda a entender a matéria/aprender mais Química*” como as mais frequentes entre os estudantes. Algumas das respostas desta questão estão transcritas a seguir:

Boa, sim porque assim nos interessamos mais pela matéria, e fazer os alunos pensarem e ficarem curiosos pela ciência. Que dessa experiência pode até acontecer de surgir um cientista. Ou que algum aluno faça uma faculdade no ramo (Aluna 1, Escola “A”, Turma A4)

Essas investigações estimula (sic) o aluno a querer estudar mais, aprender mais, pra que possa realizar a investigação. Gostaria, pois iria dar mais vontade para o aluno, querer estudar mais (Aluno 1, Escola “B”, Turma B1)

Eu gostei das atividades de investigação porque eu gosto de desafios e de aprender algo novo, apesar de ter preguiça as vezes; gostaria de participar de atividades como estas nos próximos anos (Aluna 2, Escola “C”, Turma C1)

Os estudantes que assinalaram, na primeira questão do QF, que não gostaram de participar do projeto (21, ao todo), apontaram as justificativas relacionadas na Tabela 4.3. Nele, pode-se observar que, na Escola “A”, as principais razões dos estudantes são a dificuldade em elaborar estratégias e a falta de interesse em aprender Química. Na Escola “B”, além dessas alternativas, os estudantes também mencionaram não gostar de ter tarefa para casa. Já para a Escola “C”, os motivos dos alunos para não terem gostado do projeto são, principalmente, a dificuldade em elaborar estratégias e não gostarem de tarefa para casa.

TABELA 4.3. – Frequência das respostas assinaladas pelos estudantes para justificar por que não gostaram de participar do projeto na questão 1 do QF. Os estudantes poderiam assinalar mais de uma alternativa.

Respostas	Porcentagem		
	Escola “A”	Escola “B”	Escola “C”
Tenho dificuldade em elaborar as estratégias	28	33	43
Não tenho interesse em aprender Química	28	22	14
Não gosto de ter tarefa para casa	17	22	43
Não compreendia bem o que era para ser feito	17	11	0
Outro	11	11	0
Não gosto de participar de aula	0	0	0

Em relação aos aspectos negativos do projeto, encontrados na questão discursiva do QF, as respostas foram diversificadas, destacando-se considerar o projeto muito difícil e não gostar da disciplina de Química ou do projeto como um todo. As respostas dos estudantes estão relacionadas na Tabela 4.4.

TABELA 4.4. – Categorias obtidas para aspectos negativos do projeto quando se solicitou que os estudantes expressassem sua opinião sobre o projeto discursivamente. As respostas dos estudantes foram enquadradas em mais de uma categoria.

Respostas	Porcentagem		
	Escola “A”	Escola “B”	Escola “C”
Atrasa a aula	-	1	-
Não ajudou a entender a matéria	-	-	1
Já estudam muito e atrapalha	-	-	1
É muito difícil	3	-	-
Não gosta de Química/do projeto	1	3	3
Acha que não tem interesse coletivo	-	-	1
Não se interessa	-	-	1
Não gosta de desenvolver hipóteses	-	-	1
Não gosta de lição de casa	1	-	1
Não quer se prejudicar não fazendo	1	-	-

Considerando o baixo número de aspectos negativos apontados, a Tabela 4.4 foi construída com número de respostas. Apesar de a aceitação ter sido alta e uniforme entre as três escolas, quando os estudantes foram questionados diretamente sobre a aceitação em relação ao projeto, o mesmo não ocorreu quando as atividades de investigação foram comparadas a outros aspectos escolares. No QA, aplicado duas vezes durante a coleta de dados, os estudantes assinalaram os três aspectos mais interessantes, em sua opinião, durante o semestre/bimestre. Em um primeiro momento, as alternativas focavam o comportamento ou as atividades do professor em sala, enquanto na pergunta seguinte as opções relacionavam-se a atividades escolares. Em ambas as questões constavam sentenças referenciando-se às atividades de investigação.

A Tabela 4.5 apresenta a porcentagem de estudantes que assinalaram ao menos uma vez as atividades de investigação como um ponto interessante das aulas de Química na primeira (QA1) e na segunda aplicação (QA2) do QA em cada turma participante.

TABELA 4.5. – Porcentagem de estudantes que assinalaram ao menos uma vez as atividades de investigação como um ponto interessante das aulas de Química nos QA em cada turma participante.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	C1	C2
QA1	28	32	61	79	64	76	61	70	43	50	68	9	41
QA2	69	61	72	88	69	95	50	72	62	80	61	20	29

Os dados da Tabela 4.5 indicam que, entre os estudantes das escolas públicas, à exceção das turmas A7 e B4, a referência às atividades de investigação como um ponto interessante das aulas de Química aumentou da primeira para a segunda aplicação do QA. Além disso, as porcentagens mantiveram-se altas, sempre acima de 60% para o segundo QA e chegando a 95% na turma A6 e 80% na turma B3. Já entre os estudantes da escola particular, as porcentagens mantiveram-se sempre baixas e decaindo da primeira para a segunda aplicação do QA, quando, então, o valor não ultrapassou os 30%. Uma possível explicação para esse comportamento dos estudantes pode ser a relação que eles estabelecem com o saber e com a escola. Essa discussão será realizada no tópico 4.2.3 quando todos os dados deste capítulo serão utilizados como suporte à argumentação.

Também nas entrevistas finais, há indícios dos motivos de os estudantes receberem bem essa nova proposta. Os principais aspectos que os alunos levantaram foram despertar a curiosidade e o interesse para aprender Química e mudar a rotina da aula que, geralmente, se resume a passar matéria na lousa. A adesão a novos recursos que permitam que os alunos participem, opinem e saiam da passividade é algo desejado por muitos estudantes. Talvez seja esse o motivo de a inclusão de experimentos ser tão solicitada, como os próprios professores relataram na entrevista inicial.

O trecho abaixo, de uma entrevista final com uma das alunas que participaram assiduamente do projeto (Caso 1 - C1), aborda a maioria das questões levantadas pelos entrevistados:

Então, eu gostei bastante porque eu não tinha muito interesse por aulas de Química não! Eu não gostava né e... então pra mim assim foi melhor porque eu também comecei aprender, e comecei a gostar da matéria, a aprender a investigar. Tipo a professora passava tarefa, mas eu não me preocupava não, em correr atrás, entendeu? E na investigação eu me interessei, chamou a minha atenção. Aí deu vontade de correr atrás e fazer. Mas foi legal, bem legal, porque a turma nunca tinha participado assim de uma

discussão coletiva, todo mundo aberto, todo mundo respondendo então foi da hora, gostei pra caramba. (...) Porque ia ajudar o povo a tipo a prestar mais atenção e ia querer gostar mais de atividade, entendeu? Porque tipo não só o professor chegar e passar matéria na lousa e responder, ia tendo investigação, o povo ficar preocupado, e pesquisa. E era até legal assim colocar a investigação para valer para nota, entendeu? Porque daí o povo ia querer participar, né, daí entendeu, eu acho que ia ser bem legal. (Aluna 3, Escola “B”, Turma B4).

Também vale destacar a sugestão de uma das entrevistadas, ao final da coleta de dados, que não participaram ativamente do projeto (C3) transcrita logo abaixo. Sua sugestão para tornar as aulas de Química mais prazerosas foi a de que os estudantes se envolvessem mais com as etapas das atividades de investigação, não se restringindo à elaboração de hipóteses. Essa proposta está em consonância com HODSON (1992) que explica que os estudantes devem, gradativamente, participar de todas as etapas do trabalho de um cientista:

Aluna 1: Poderia fazer mais investigação com a professora para ir tentar fazer todos os alunos fazerem questionários tentar responder eles mesmos.

Entrevistadora: Como assim?

Aluna 1: Ah! Tentar eles elaborarem um questionário.

Entrevistadora: Eles elaborarem as perguntas?

Aluna 1: Isso! Fazer como fosse uma experiência e eles fazerem as perguntas, fazer como fosse uma apresentação na sala com o povo perguntando e eles tentando responder (Aluna 1, Escola “A”, Turma A4).

4.1.2. Relação dos professores com o projeto

Como discutido no Capítulo 3, ao conhecerem as atividades de investigação elaboradas, os professores mostraram-se bastante descrentes quanto à capacidade dos estudantes para realizá-las. Dialogando com os professores durante a primeira semana de coleta de dados, pode-se observar, no entanto, que esse sentimento foi substituído pelo de curiosidade quanto ao desempenho dos estudantes ao elaborar hipóteses e à receptividade que eles demonstraram.

Durante todo o projeto, o comportamento dos professores foi uniforme: os docentes das Escolas “A” e “C” não participaram da entrega das atividades nem da discussão coletiva. É importante esclarecer que, para que os próprios professores aplicassem o projeto, mais tempo de preparo seria

necessário a fim de que conhecessem e incorporassem a proposta mais profundamente. Além disso, em virtude da resistência inicial dos participantes, e por reconhecer que os professores já se encontravam bastante sobrecarregados, percebeu-se que reuniões assíduas durante toda a coleta seria muito desgastante. Assim, deixou-se claro entre os professores que a contribuição deles durante o contato com os estudantes seria preciosa, mas na sua impossibilidade, a pesquisadora fora preparada para desenvolver as etapas sem a participação de outros. Dessa maneira, com base em alguns indícios, pode-se apenas especular sobre as causas da postura de ambos de não participarem e de reconhecerem as atividades investigativas como extracurricular, o que parece representar motivos distintos e particulares a cada professor.

Apesar de manter um relacionamento interessante com os estudantes, sendo sempre amigável, simpática e preocupada com eles, a professora da Escola “A” demonstrou seu descontentamento com a educação, em diversos momentos.

Na entrevista inicial, essa professora afirma estar bastante desmotivada, por deparar-se com o analfabetismo funcional e por não encontrar apoio pedagógico ou burocrático dentro da escola: *“gasta aí R\$ 50,00 pra imprimir prova, uma tabela, pra arrumar uma coisinha aqui, chega um momento que você fica nervoso até que você satura, acaba. Aí nós estamos também completamente desmotivados”* (Professora da Escola “A”, Entrevista Inicial).

No início do ano letivo em que o projeto se iniciaria, solicitou-se aos professores que escolhessem sete das onze atividades investigativas disponíveis. A professora da Escola “A” preferiu deixar essa escolha a cargo da pesquisadora. Em diversos momentos, durante a aplicação do projeto ela contesta o sentido do trabalho que desenvolve, quando existem tantos fatores que caminham contra sua dedicação. Para exemplificar, ela questiona o sentido de ensinar determinados conceitos químicos, quando os estudantes apresentam dificuldades básicas de leitura e escrita; qual o sentido de aplicar provas se os estudantes não as resolvem e se a Diretora provavelmente sugerirá que eles sejam aprovados?

Não se devem esquecer as políticas públicas que, muitas vezes, caminham na contramão das necessidades da escola e dos professores. Entretanto, a falta de motivação dos estudantes e os problemas de aprendizagem são alarmes que apontam que a maneira de se conceber a educação e a

metodologia de ensino precisam ser repensadas e concebidas em concordância com aquilo que os jovens necessitam para viverem em e transformarem a sociedade. Cabe aqui retomar as críticas de BACHELARD (1996) ao que ele denomina pedagogia das respostas certas alicerçada nos paradigmas cartesianos-lógicos-rationais. A professora da Escola “A” está sentindo, na realidade, que os paradigmas nos quais a escola se sustenta são obsoletos e não são suficientes para atrair o estudante para o aprendizado e para atribuir sentido ao conhecimento que se tenta trabalhar.

A entrevista de acompanhamento, realizada ao final do primeiro semestre de aplicação, reflete o estado de espírito da professora da Escola “A” em relação à falta de participação dos estudantes. Assim, a professora afirma que eles nunca pediram ajuda para fazer nenhuma atividade e não sentiu qualquer diferença na motivação e no comportamento de seus alunos. Para ela, os que participaram do projeto são os que apresentam o mesmo comprometimento nas suas aulas sendo que, no geral, esse número é muito baixo. Apesar disso, ela visualiza essa metodologia como algo promissor na tentativa de alterar este quadro:

Eu não sei, eu ando achando que é o caminho viu... porque eles não estão interessados em absolutamente nada. Quem sabe modificando um pouco, fazendo com quem eles leiam, com eles pensem, eles prestem pouco mais atenção no que eles estão lendo. Porque eles não estão prestando atenção em nada. E quem sabe começa a motivar, abrir um pouco a curiosidade. Eu não sei, está muito complicado. Eles não querem nada. (Professora da Escola “A”, Entrevista de Acompanhamento)

Devido a problemas pessoais, a professora da Escola “A” não participou da entrevista ao final da aplicação do projeto. Estando em contato permanente com essa professora, por diversas semanas, diariamente, pode-se notar que seu estado de espírito não se alterou positivamente em relação às entrevistas inicial e a de acompanhamento. Ambas foram realizadas após um semestre letivo e sua falta de ânimo diante da falta de compromisso dos estudantes apenas se agravou. Não sendo o objetivo deste trabalho elaborar um diagnóstico nesse sentido, observa-se que o estresse vivido por essa professora em muito se aproxima às indicações da Síndrome de *Burnout* descrita por CARLOTTO (2002). Entretanto, os indícios apresentados pela professora, os quais também puderam ser detectados nos outros professores de forma menos

acentuada revelam dificuldades dos profissionais em cumprir todo o potencial que guarda a profissão docente. Além disso, os fatores indicados por Woods (citado por CARLOTTO, 2002) são facilmente reconhecidos nas condições de trabalho das escolas brasileiras.

Como seus alunos, o professor da Escola “C” também aparenta reconhecer o projeto de atividades investigativas como uma atividade extracurricular que nada teria em comum com seu plano de ensino. Em sua entrevista final, o professor relata não ter observado qualquer mudança no comportamento e na motivação dos estudantes e também qualquer interferência em sua prática docente. Ele afirma que nenhum aluno o consultou para obter ajuda em qualquer atividade proposta.

Para ele, as atividades investigativas apresentam como pontos positivos a possibilidade de *compreender “as definições dos conceitos né, que muitas vezes acabam caindo do, parece que do céu”* (Professor da Escola “C”, Entrevista Final). Cita, também, a proposta de levar o estudante a pesquisar e a pensar em hipóteses o que pode levar à independência de seu pensamento, o que não ocorre com as respostas prontas dos livros didáticos.

Um ponto negativo do projeto, para o professor, seria o fato de as atividades terem sido propostas “de forma espontânea”, ou seja, sem a obrigatoriedade de o estudante realizá-la com cobrança de nota, e pelo fato de elas não estarem incorporadas ao plano de ensino, quando poderiam ser planejadas como parte do currículo e com avaliação. Se elas fossem feitas dentro desta estrutura escolar, ele acredita que elas teriam potencial para ensinar conceitos e motivar os estudantes. Todavia, ele ressalta que essa incorporação significa mais atividades para planejar, motivar os estudantes a realizar e preparar avaliação o que implica mais trabalho para o professor, o que não é tarefa fácil.

Assim, diferentemente da professora da Escola “A”, o professor da Escola “C” não se envolveu com o projeto, provavelmente por acreditar em sua própria estrutura de trabalho para ensinar Química.

Na entrevista inicial, o professor afirma que se referir ao dia a dia para ensinar pode motivar o estudante a estudar e contribui para que ele atribua sentido ao que ele está aprendendo e, assim, ele não se esquece do conceito. Porém, para ele, nem sempre é possível estabelecer essa relação o que não

necessariamente revela um problema, já que aprender hoje para utilizar este conhecimento em algum momento da vida também é importante.

Observa-se que o professor reconhece que essa metodologia tem potencial para levar à autonomia de pensamento do estudante e que isso não ocorre com os livros em que “as respostas já estão prontas”. Entretanto, também aponta que as adaptações de plano de ensino que as atividades demandariam, inviabilizam sua incorporação. Assim, percebe-se que o professor não reconhece a diferença guardada entre a estrutura escolar da pedagogia das respostas certas e a proposta dessa metodologia pautada nos preceitos de BACHELARD (1996). De fato, a somatória das atividades tradicionais e das investigativas apenas aumentaria um currículo já denso. Todavia, a adoção de uma nova prática docente representa rupturas epistemológicas tal como indicam LÔBO (2008) e FONSECA (2008) que, talvez pela sistemática rígida que impõem as escolas particulares de um modo geral, o professor não está disposto a realizar.

Já a professora da Escola “B” participava da explicação dos problemas propostos bem como das discussões coletivas, desde a primeira atividade. Isso pode ter ocorrido pela identificação da professora, logo na apresentação da ideia durante o convite para participar do projeto:

Quando você veio me procurar eu achei até interessante o projeto assim, porque era uma coisa que eu estava sempre pensando. Porque não bastava pegar o experimento pronto, levá-los para o laboratório e eles ficarem que nem ratinho de laboratório né repetindo. Se, de um jeito ou de outro, se você não faz um questionamento, eles não sabem extrapolar ou tirar suas próprias conclusões. Então eu estava até procurando como que eu poderia fazer. Então quando você veio me procurar, sobre essa tese do doutorado eu achei interessante. (Professora da Escola “B”, Entrevista de Acompanhamento).

Também na entrevista final, a professora da Escola “B” explica que o projeto veio ao encontro de seus anseios. De acordo com a professora, esta foi uma estratégia para mostrar que fazer Química não se limita à parte experimental, podendo-se chegar *“muito perto do experimento sem ter que ir pro laboratório”*.

Ela explica que o contato com a metodologia levou a uma mudança da própria prática docente, uma vez que passou a questionar o conhecimento prévio dos estudantes e a motivar a participação deles na aula:

(...) quando eu estava trabalhando com o caderninho do aluno, lá falava sobre combustão tal. E acabei usando um pouco, puxei um pouco do projeto, comecei a questionar primeiro eles, o que eles entendiam. Porque lá tratava primeiro o churrasco, do carvão (...) daí eu comecei a perguntar porque eles achavam, o que aconteciam, e eles acabaram dando exemplo do dia a dia. Então eles sabiam como funcionava, mas não sabiam da parte química né o funcionamento disto. Eles se saíram bem. Eu também estou escapando, quer dizer, vou utilizando também o projeto para estar mudando, questionando um pouquinho mais eles nas aulas (Professora da Escola “B”, Entrevista de Acompanhamento).

Ao final da aplicação do projeto, ela reafirmou que retomava as discussões coletivas e os problemas para seguir com o seu conteúdo, aproximando o seu relacionamento com os estudantes da proposta da metodologia.

Na entrevista final, ela reforçou a disposição em incorporar as atividades em seu plano de ensino, repetindo a experiência no primeiro ano e dando continuidade com estas turmas no ano seguinte. Para ela, essa metodologia pode ser uma estratégia para fazê-los se comprometer mais com os estudos. A partir do questionamento aos estudantes, é possível descobrir seus conhecimentos prévios e ampliá-los pela inserção de conceitos científicos. Outros aspectos positivos da metodologia que ela levanta são: ser uma estratégia para trazer o dia a dia para a sala de aula, explicando-o com conceitos científicos e ter mostrado aos estudantes que qualquer um pode ser cientista desde que questione o ambiente que o cerca. De acordo com a professora, o projeto contribuiu para fazê-los *“perder a vergonha de falar”*, sendo que a participação de um pequeno grupo pode motivar o engajamento do resto da turma. Há, também, o fato de a metodologia aguçar a curiosidade dos estudantes e, assim, motivá-los para o aprendizado.

Assim, quando questionada, na Entrevista de Acompanhamento, sobre o que poderia ser feito para aumentar a participação dos estudantes, ela sugeriu que as atividades fossem integralmente desenvolvidas em sala e em pequenos grupos. Ela aponta que, talvez pelo fato de ser um curso noturno e eles chegarem cansados por terem trabalhado o dia todo, acabam se esquecendo de resolver a atividade em casa e de trazer a folha de volta, hábito também verificado em relação ao livro didático e à apostila quando ela solicita que eles os tragam para a escola e eles não o fazem.

Por sugestão da professora, a quinta atividade de investigação foi desenvolvida nessa perspectiva, em uma turma com a qual a professora apresentava dificuldades de relacionamento. Dessa maneira, o problema (Investigação 8, Apêndice 05) foi apresentado com um experimento e os estudantes puderam se dividir em duplas ou trios para discutir as hipóteses. De fato, quase a totalidade da turma manteve-se entretida discutindo e solicitando a ajuda das professoras para algumas dificuldades conceituais que inviabilizariam a elaboração de hipóteses.

Por não ser foco do trabalho, cabe apenas um breve comentário com relação às “inovações pedagógicas” promovidas de “cima para baixo” por órgãos governamentais, geralmente. Com a professora da Escola “B” tem-se um exemplo de que, quando o docente se identifica com a proposta e reconhece seu potencial para ser utilizado em sala de aula, mudanças interessantes são observadas na prática docente.

Para a professora da Escola “B” a opinião apresentada durante a entrevista de acompanhamento manteve-se na entrevista final. Para ela, a duração da aplicação do projeto foi pequena, visto que se leva um tempo para que os estudantes desenvolvam o hábito de organizar suas ideias para surgir perguntas.

A professora da Escola “A” explicou que também a falta de assiduidade da participação dos estudantes, que em sua escola faltam de uma maneira preocupante, compromete o desenvolvimento das competências que o projeto tem a capacidade de desenvolver. Os três professores concordaram que a baixa participação sucessiva dos alunos impede que as contribuições da metodologia sejam observadas de maneira sensível. Eles não estão acostumados com este modo de conduzir a aula e o processo torna-se mais lento. Esses aspectos negativos são ilustrados pelos trechos abaixo dos depoimentos dos professores:

Porque na medida em que você não tem avaliação sistemática, isto para o aluno não é contado de alguma maneira para o rendimento escolar dele, isto acaba ficando muito solto né. Então acaba pra muitos alunos não tendo uma continuidade, uma vez que um faz uma atividade, a outra atividade ele não faz, fica solto. (...) Então eu acho que isto é ruim (Professor da Escola “C”, Entrevista Final).

(...) a gente até se habituar a fazer o tipo de questionário que você trazia pronto vai demorar um tempo para o professor que não está habituado (...) (Professora da Escola “B”, Entrevista Final).

4.1.3. Contribuição do projeto para compreensão sobre o trabalho do cientista

Finalizada a etapa de aplicação das investigações, duas questões foram elaboradas no questionário final para analisar como eles compreenderam as diferentes etapas da atividade científica desenvolvidas com eles e descritas por HODSON (citado por PRAIA et al., 2002).

Na segunda questão do QF, solicitava-se que os estudantes grifassem em um texto, que abordava duas propostas de explicação para o processo de combustão, as etapas: a) uma hipótese; b) uma estratégia para verificar se a hipótese é coerente e, c) uma hipótese descartada. A Tabela 4.6 sintetiza os valores de acerto, erro, abstenção e respostas inconclusivas dos estudantes.

Chama a atenção o alto valor de abstenção na resposta a essa pergunta de número 2, somente entre as Escolas “A” (cerca de 40%) e “B” (55% em média). As possíveis causas desse comportamento podem ser a extensão do questionário e a dificuldade dos estudantes em interpretar textos.

De uma maneira geral, a compreensão das etapas da prática científica foi mais efetiva entre os estudantes da escola particular que responderam a questão em maior número e apresentaram maior porcentagem de acerto. Ao mesmo tempo, dos estudantes que responderam a questão nas escolas públicas, mais de cinquenta por cento o fizeram corretamente.

Assim, tem-se que, dos estudantes que responderam a alternativa (a) da questão, 76% da Escola “A”, 85% da Escola “B” e 89% da Escola “C” grifaram corretamente uma hipótese no texto apresentado. Nas Escolas “A” e “B”, 4% das respostas foram consideradas inconclusivas, quando os estudantes sublinhavam, por exemplo, um parágrafo inteiro e, então, não ficava claro se, realmente, haviam compreendido o que é uma hipótese. Por esse mesmo motivo, 4% das respostas da alternativa (b) e 7% das respostas da alternativa (c) somente para a Escola “A” também foram consideradas inconclusivas.

TABELA 4.6. – Desempenho dos estudantes na identificação das etapas hipótese; estratégia para verificar se a hipótese é coerente e hipótese descartada no texto da questão 2 do QF.

		Escola “A” (%)	Escola “B” (%)	Escola “C” (%)
Hipótese	Certo	46	38	75
	Errado	12	5	9
	Não sabia / não fez	40	55	16
	Inconclusivo	2	2	-
Estratégia	Certo	42	34	79
	Errado	13	9	7
	Não sabia / não fez	43	57	14
	Inconclusivo	2	-	-
Hipótese descartada	Certo	31	22	70
	Errado	17	14	19
	Não sabia / não fez	48	64	11
	Inconclusivo	4	-	-

Em relação à alternativa (b), também se considerando apenas os estudantes que responderam a questão, em que se solicitava que grifassem uma estratégia elaborada para verificar a coerência de uma hipótese, 74%, 80% e 92% respectivamente, dos estudantes das Escolas “A”, “B” e “C” destacaram corretamente os experimentos realizados por Lavoisier e descritos no texto. Finalmente, na identificação de uma hipótese descartada, 61% dos estudantes da Escola “A” sublinharam referências à “teoria do flogístico”. Os índices de acerto para as Escolas “B” e “C” foram, respectivamente, 80% e 92%, desconsiderando-se o índice de abstenção.

Em seguida, na terceira questão do QF, solicitou-se aos estudantes que discorressem discursivamente com relação às três etapas a que os mesmos foram submetidos durante o contato com o projeto: (a) o que é uma hipótese?; (b) o que é uma estratégia e, (c) o que é uma discussão coletiva?

As respostas dos estudantes foram distribuídas entre categorias determinadas previamente de acordo com as definições de HODSON (citado por PRAIA et al., 2002). Desta maneira, para as explicações de “hipótese” foram criadas as categorias: “compreendeu hipótese como uma idéia provisória”; “parece

ter compreendido hipótese como uma idéia provisória”; “hipótese como teoria verdadeira” e “outros”. Já as respostas para “estratégia” foram distribuídas em “plano para verificar uma hipótese”; “plano para provar uma hipótese” e “outros”. Em relação à “discussão coletiva”, as categorias criadas foram: “discussão de hipóteses”; “conversa sobre um tema” e “outros”.

Observando-se a Tabela 4.7, verifica-se que os estudantes apresentaram definições semelhantes, quando se as comparam com as da literatura, aqui representada por HODSON (citado por PRAIA et al., 2002). Especialmente no tocante à compreensão de ‘hipótese’ e ‘estratégia’ analisadas nas questões 2 e 3 do QF, por comparação entre as Tabelas 4.6 e 4.7, nota-se que houve maior índice de acertos na questão 2 do que na questão 3, sendo essa diferença um tanto quanto expressiva. Uma provável explicação para essa alteração pode ser a dificuldade dos estudantes em expressar suas idéias discursivamente, quando, então, podem não ter definido as etapas propostas de maneira completa. Ao mesmo tempo, o índice de abstenção nessa questão foi expressivamente mais baixo, não ultrapassando os 20% nas escolas públicas e não existindo na escola particular.

No que concerne às respostas que os estudantes elaboraram para “o que é uma hipótese”, 38% dos estudantes da Escola “A”, 24% dos estudantes da Escola “B” e 37% dos estudantes da Escola “C” expressaram a provisoriedade da hipótese, gerando a necessidade de validá-la. Para exemplificar, algumas respostas estão transcritas a seguir:

É como se fosse uma opinião, ela é hipótese até ser provada a mais coerente (Aluna 4, Escola “A”, Turma A3)

É uma resposta de uma pergunta que você axa (sic) que está certa, uma sugestão, é o que você axa (sic) que é mas não tem certeza (Aluno 2, Escola “B”, Turma B1)

TABELA 4.7. – Desempenho dos estudantes na compreensão das etapas hipótese; estratégia e discussão coletiva da questão 3 do QF.

Etapas	Categorias	Escola “A” (%)	Escola “B” (%)	Escola “C” (%)
Hipótese	Compreendeu o significado de hipótese	38	24	37
	Parece ter compreendido o significado de hipótese	18	31	35
	Compreendeu hipótese como teoria verdadeira	9	19	14
	Outros	16	14	14
	Não respondeu	19	12	-
Estratégia	Plano para verificar uma hipótese	18	18	21
	Plano para provar uma hipótese	13	10	42
	Outros	49	53	37
	Não respondeu	20	19	-
Discussão Coletiva	Discussão de hipóteses	19	23	43
	Conversa sobre um tema	58	49	57
	Outros	4	7	-
	Não respondeu	19	21	-

Outros 18% na Escola “A”, 31% na Escola “B” e 35% na Escola “C” sugerem que compreenderam hipótese como uma idéia que deve ser avaliada, podendo ser refutada ou não. Entretanto, os estudantes não foram explícitos o

suficiente para que fossem enquadrados na categoria acima, como pode ser observado nos trechos abaixo:

É pensar sobre o problema proposto e tentar explicar como aconteceu (Aluna 5, Escola “B”, Turma B1)

Uma possível explicação para um determinado assunto (Aluna 6, Escola “C”, Turma C2)

Em um índice menor, 9% para a Escola “A”, 19% para a Escola “B” e 14% para a Escola “C”, os estudantes referiram-se à hipótese como teoria ou algo já reconhecido pela ciência como verdadeiro o que pode representar uma visão ingênua de ciência. Para ilustrar, seguem algumas respostas expressas pelos estudantes:

Criar uma explicação ao que se procura (Aluna 7, Escola “A”, Turma A1)

É uma teoria que criamos para tentar explicar algum fenômeno ou algo que queiramos explicar (Aluna 8, Escola “A”, Turma A5)

Finalmente, 16% dos estudantes da Escola “A” e 14% dos estudantes das Escolas “B” e “C” demonstraram não compreender o significado de hipótese como pode ser observado nas respostas a seguir:

Uma pergunta (Aluna 9., Escola “A”, Turma A3)

Seria algo que não foi realizado ou melhor algo que não tenha sido realizado (Aluno 3, Escola “A”, Turma A4)

Apenas 18% dos estudantes nas Escolas “A” e “B” e 21% dos estudantes na Escola “C” demonstraram compreender plenamente o significado de estratégia como um plano utilizado para verificar se a hipótese ou a idéia estabelecida inicialmente é coerente ou não. Algumas das respostas dos estudantes constam abaixo:

Uma estratégia seria um ‘plano’ pra saber se a hipótese é certa ou não (Aluna 1, Escola “A”, Turma A4)

Quando você faz um planejamento para saber se sua hipótese está correta (Aluna 10, Escola “B”, Turma B2)

Torna-se preocupante a concepção gerada entre 42% dos estudantes da Escola “C” – contra 13% na Escola “A” e 10% na Escola “B” – que acreditam que a estratégia discutida em sala de aula tem o objetivo de provar uma hipótese ou uma idéia. PRAIA et al. (2002) explicam que esta é uma visão ingênua da natureza das ciências e deveria ser evitada. As transcrições abaixo ilustram esta categoria:

Um modo de provar concretamente essa idéia (Aluno 4, Escola “C”, Turma C1)

É um jeito de conseguir que o experimento dê certo (Aluno 5, Escola “A”, Turma A2)

Constam na categoria “outros” a maior parte das respostas dos estudantes. Chama a atenção o não estabelecimento de relação entre a explicação dos alunos e a de estratégia dentro do meio científico, apesar das elucidaciones da pesquisadora quando da leitura do QF, antes de sua aplicação. Muitos estudantes associaram “estratégia” a uma definição de senso comum como, por exemplo, o plano elaborado em um jogo de futebol ou quando se deseja obter algo. Compreendem esta categoria 49%, 53% e 37% dos estudantes respectivamente nas Escolas “A”, “B” e “C” e algumas das suas respostas constam abaixo:

É tipo um plano, pra você realizar uma missão, alguma coisa assim (Aluno 6, Escola “B”, Turma B1)

Um plano para realizar alguma atividade (Aluno 7, Escola “C”, Turma C2)

Em relação à definição de “discussão coletiva”, 19% dos estudantes da Escola “A”, 23% dos estudantes da Escola “B” e 43% dos estudantes da Escola “C” relacionaram em suas respostas os aspectos trabalhados durante o projeto. Assim, referiram-se a esse momento como um espaço de discussão de idéias ou hipóteses buscando-se convencer os outros ou chegar a um consenso como é ilustrado a seguir:

Descobrir as idéias opostas a sua, expor suas idéias e tirar uma conclusão (Aluno 8, Escola “B”, Turma B3)

Debater as hipóteses até chegar a uma conclusão (Aluna 11, Escola “C”, Turma C1)

É por em pauta numa ‘reunião’ e tentar convencer os outros de sua teoria Aluna 1, Escola “A”, Turma A4)

Outros 58% na Escola “A”, 49% na Escola “B” e 47% na Escola “C” referiram-se a esta etapa do processo científico como um diálogo. Por não levantarem a importância de refutar a idéia dos outros ou de convencê-los de outras propostas para explicar o sistema em estudo, não ficou claro se os estudantes compreenderam esta etapa do processo científico. Alguns exemplos das respostas dos estudantes estão transcritas abaixo:

Quando você discute um assunto entre várias pessoas, o mesmo assunto (Aluno 6, Escola “B”, Turma B1)

É uma discussão sadia pois cada um fala suas idéias sobre o tema e assim chegam a uma ótima explicação e aperfeiçoamento do assunto (Aluno 9 Escola “A”, Turma A1)

Apenas 4% dos estudantes da Escola “A”, 7% dos estudantes da Escola “B” e nenhum dos estudantes da Escola “C” definiram discussão coletiva diferentemente das categorias de respostas propostas. Para ilustrar, seguem algumas dessas respostas expressas pelos estudantes:

Fazer algo em grupo (Aluno 10, Escola “A”, Turma A4)

Um tipo de experiência que pode ser descartada (Aluno 11, Escola “B”, Turma B1)

Finalmente, a quarta questão do QF buscou verificar o contentamento dos estudantes e o grau de dificuldade por eles encontrado para cada etapa da metodologia. Em relação a “elaborar hipóteses/estratégias”, 84% dos estudantes da Escola “A”, 82% na Escola “B” e 70% na Escola “C” que responderam a questão gostaram de exercer essa atividade.

Para a etapa “escrever sobre minhas hipóteses/estratégias”, a aceitação foi positiva para 76%, 75% e 62%, respectivamente, nas Escolas “A”, “B” e “C” que responderam a questão. No que diz respeito à etapa “escrever sobre meu raciocínio”, as porcentagens de estudantes que consideram a atividade interessante são 73% dos estudantes da Escola “A”, 70% na Escola “B” e 67% na Escola “C”.

No que concerne à atividade de “discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias”, gostaram desse exercício 84%, 79% e 79% nas Escolas “A”, “B” e “C” dos alunos que responderam a questão.

As tabelas 4.8, 4.9 e 4.10 apresentam a avaliação dos estudantes das Escolas “A”, “B” e “C”, respectivamente, quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia.

TABELA 4.8. – Avaliação dos estudantes da Escola “A” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia.

Etapa	Dificuldade	Difícil no começo, depois ficou fácil (%)	Tudo difícil (%)	Tudo fácil (%)	Umás fáceis, outras difíceis (%)
Elaborar hipóteses/estratégias		22	6	2	70
Escrever sobre minhas hipóteses/estratégias		29	13	4	54
Escrever sobre meu raciocínio		27	17	14	42
Discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias		25	12	17	46

TABELA 4.9. – Avaliação dos estudantes da Escola “B” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia.

Etapa	Dificuldade	Difícil no começo, depois ficou fácil (%)	Tudo difícil (%)	Tudo fácil (%)	Umás fáceis, outras difíceis (%)
Elaborar hipóteses/estratégias		26	9	6	59
Escrever sobre minhas hipóteses/estratégias		24	22	5	49
Escrever sobre meu raciocínio*		32	24	12	32
Discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias		38	12	21	29

TABELA 4.10. – Avaliação dos estudantes da Escola “C” quanto ao grau de dificuldade de cada etapa da metodologia.

Etapa	Dificuldade	Difícil no começo, depois ficou fácil (%)	Tudo difícil (%)	Tudo fácil (%)	Umás fáceis, outras difíceis (%)
Elaborar hipóteses/estratégias		19	11	0	70
Escrever sobre minhas hipóteses/estratégias		24	19	2	55
Escrever sobre meu raciocínio		31	21	5	43
Discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias		21	17	14	48

Pode-se observar que a satisfação em participar das etapas da metodologia é alta em todas as Escolas, sendo que a Escola “C” apresenta porcentagem de aceitação sempre menor que as das escolas públicas, exceto para a etapa “discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias”, na qual os valores para as Escolas “B” e “C” se igualaram.

As tabelas exprimem que, em todas as etapas questionadas, a dificuldade de realizá-las parece estar relacionada diretamente às investigações propostas, o que significa que as atividades não se tornaram “mais fáceis” com o tempo. Isso pode ser explicado pela observação feita pelos próprios professores que afirmaram que apenas um ano letivo de contato com o método investigativo não é suficiente para os estudantes sentirem-se íntimos da rotina de elaboração e discussão de hipóteses.

É importante relatar, também, uma observação de um dos estudantes da Escola “B” que, na alternativa “escrever sobre meu raciocínio” (destacada com um * na tabela 4.9), não assinalou nenhuma opção, mas adicionou uma categoria outros e escreveu: “não conseguia me expressar” corroborando a sugestão da necessidade de maior tempo de aplicação de propostas desta natureza.

De fato, as etapas que envolviam passar para o papel as próprias ideias apresentaram menor aceitação entre os estudantes. Essa afirmação será corroborada pelos dados do próximo capítulo, que mostram as dificuldades dos estudantes em responderem as perguntas das folhas de atividades.

Outro aspecto relacionado à natureza da ciência trabalhado com os estudantes foi a da imagem que os alunos têm de um cientista. GIL PÉREZ et al. (2001) levantam duas visões distorcidas que indicam que os alunos tendem a imaginar o cientista como um gênio solitário que realiza diversos experimentos até chegar, sozinho, a uma grande descoberta, sem se deixar influenciar socialmente. Essas questões foram discutidas ao longo da aplicação do projeto, ao se valorizarem as idéias dos estudantes mostrando-lhes que, se coerentes, qualquer proposta tem potencial para tornar-se uma teoria. Além disso, ressaltava-se a importância da discussão coletiva para convencimento dos pares e da reflexão teórica que precede os procedimentos experimentais.

Assim sendo, a quinta pergunta do QF visava levantar a concepção dos estudantes com relação à imagem do cientista. Das quatro figuras disponíveis, uma retratava um cientista realizando experimentos (figura 1), outra uma discussão coletiva (figura 2), a terceira, um homem refletindo sozinho (figura 3) e a última representava um estudante sonhando ganhar um prêmio (figura 4). Os estudantes deveriam assinalar qual (ou quais) desenho(s) se associava melhor à figura de um cientista e justificar a sua escolha.

Dos estudantes que responderam a questão – abstiveram-se apenas 6 dos 130 alunos da Escola “A” e 1 dos 56 estudantes da Escola “B” –, os índices que apontam para uma concepção “adequada” para a imagem do cientista são, respectivamente para as Escolas “A”, “B” e “C”, 56%, 65% e 40%.

Dos estudantes que demonstraram uma boa compreensão sobre a figura do cientista, destacam-se as justificativas abaixo:

Figuras escolhidas: 1, 2, 3 e 4.

Para se tornar cientista é preciso estudar bastante, pensar em hipóteses, fazer vários experimentos para comprovar a hipótese e discutir com os outros cientistas, mostrando sua idéia e obtendo novas (Aluno 12, Escola “C”, Turma C1)

Figuras escolhidas: 2 e 4.

Qualquer um pode ser só basta estudar e discutindo sobre os fenômenos que acontecem, para achar uma explicação, sempre é bom quando você discute para ver as hipóteses e conclusões para chegar na verdade (Aluna 12, Escola “B”, Turma B2)

Figuras escolhidas: 1, 2, 3 e 4.

Todas estão certa para ser um bom cientista, todas fundamentais, cientistas tem que pensar até chegar em uma conclusão e compartilhar suas opiniões (Gislei, Escola "A", Turma A3)

Foram consideradas como concepções equivocadas de cientistas aquelas respostas que fizeram referência às visões distorcidas de GIL PÉREZ et al. (2001) ou que assinalaram as figuras 1 e 3, mas sem justificativa. Alguns exemplos desse grupo de respostas estão transcritos a seguir:

Figura escolhida: 1.

A 1ª porque aparece um cientista fazendo uma descoberta, ele parece um pouco queimado e um pouco louco, porque alguns cientistas parecem loucos (Aluna 13, Escola "A", Turma A3)

Figura escolhida: 1.

A pessoa que faz muitos experimentos descobrem (sic) coisas novas (Aluno 13, Escola "C", Turma C1)

Figura escolhida: 1.

Porque ciência é experimentos e até a hora que algo dá certo (Aluno 14, Escola "B", Turma B4)

4.2. Atuação dos estudantes no projeto

4.2.1. Sobre a familiaridade dos estudantes com conceitos químicos

Tendo-se em vista que a elaboração de hipóteses e de estratégias está condicionada ao domínio de conceitos químicos prévios, foram elencados três deles que permearam a maior parte das investigações trabalhadas: transformação física, transformação química e diferenciação entre átomo e molécula.

Dessa forma, na sexta questão do QF, os estudantes foram convidados a descrever o fenômeno representado e a identificar um átomo e uma molécula nas figuras apresentadas. A Tabela 4.11 relaciona a porcentagem de acertos, erros e abstenções para esta questão.

TABELA 4.11. – Análise das respostas apresentadas pelos estudantes para alguns conceitos de Química.

		Escola “A” (%)	Escola “B” (%)	Escola “C” (%)
Transformação Química	Reconhece	24	21	19
	Não reconhece	39	39	65
	Não sabia / não fez	26	30	0
	Inconclusivo	11	10	16
Transformação Física	Reconhece	20	13	60
	Não reconhece	26	23	9
	Não sabia / não fez	37	32	2
	Inconclusivo	17	32	29
Átomo e Molécula	Discerne	28	25	53
	Não discerne	28	27	30
	Não sabia / não fez	37	45	5
	Inconclusivo	7	3	12

Chama a atenção, nessa tabela, o alto índice de abstenção dos estudantes das escolas públicas, o qual oscilou entre 26 e 45%, ao passo que na escola particular esse número não ultrapassou os 5%.

Assim, tem-se que, para o conceito de transformação química, as três escolas apresentaram desempenho semelhante, já que 24% na Escola “A”, 21% na Escola “B” e 19% na Escola “C” reconheceram o fenômeno ilustrado como sendo uma transformação química. No entanto, em relação aos conceitos de transformação física e discernimento do que seja um átomo e o que é uma molécula, os estudantes da escola particular responderam corretamente em maior número. A porcentagem de acerto nessa escola foi, no mínimo, três vezes maior (60%) que nas públicas (20% na Escola “A” e 13% na Escola “B”) para o conceito de transformação física e quase o dobro – 53% na Escola “C” contra 28% na Escola “A” e 25% na Escola “B” – sobre a diferenciação entre átomo e molécula.

Apesar de o número de acertos na escola particular ter sido maior que nas públicas, apenas um pouco mais da metade dos estudantes mostraram compreender os conceitos apresentados. Esses dados corroboram os estudos de DEMO (2002) que observou que os estudantes de escolas particulares, de fato, apresentam melhor desempenho do que os da escola pública; ambas as esferas educacionais, entretanto, mostram índices apenas medianos de aproveitamento.

Ainda sobre a relação dos estudantes com os conceitos químicos e suas dificuldades, vale comentar a diferença de comportamento dos estudantes das três escolas.

O primeiro deles foi bastante evidente na Escola “B” na qual, não necessariamente, o estudante entrevistado apresentava bom desempenho escolar. Assim, em algumas das entrevistas realizadas após a discussão coletiva, ela se configurava como um espaço de tira-dúvidas e explicação mais detalhada do fenômeno constante na investigação.

O primeiro exemplo dessa situação é o de uma aluna que, na investigação sobre por que é possível sentir cheiro mesmo na ausência de vento, ela sugeriu que uma molécula contaminaria a outra. Abaixo segue um trecho da entrevista em que ela demonstra não discernir os conceitos de átomos e moléculas. A transcrição completa da entrevista está em anexo no cd-rom.

Entrevistadora: Então me explica, fala um pouquinho mais sobre este processo de contaminação.

Aluna 14: Então, eu não sei explicar, mas assim na minha opinião, é por exemplo tem... É molécula ou é átomo isto?

Entrevistadora: Ó. Uma bolinha é um átomo.

Aluna 14: Ah tá.

Entrevistadora: Vários átomos juntos formam uma molécula.

Aluna 14: Molécula. Tá. Os átomos da... não...

Entrevistadora: As moléculas.

Aluna 14: As moléculas dos... Tem um átomo que tem várias moléculas dentro aí tipo essa moléculas elas... tem alguma coisa, não sei alguma coisa, alguma coisa que pega o cheiro entendeu? E aí elas vão, quando entra em contato tem alguma reação, e as duas... Mas aí eu pensei se acontecer alguma reação ia mudar o cheiro né? (Aluna 14, Investigação 3, Escola “B”, Turma B3).

Outro exemplo é o da estudante que mostrou dificuldades em compreender o conceito de transformação química, o que foi verificado na entrevista após a discussão coletiva da quinta atividade de investigação na qual era solicitado que elaborassem uma explicação para o fenômeno da garrafa azul. Uma parte da transcrição está reproduzida abaixo. A transcrição completa desta entrevista está em anexo no cd-rom.

Aluna 3: (...) eu coloquei que estava no estado físico e daí foi para o estado químico.

Entrevistadora: O que seria o estado físico?

Aluna 3: Está normal, só incolor. Depois no químico quando agitou ele fez a mistura, e ficou assim.

(...)

Entrevistadora: E o que você está definindo como estado químico?

Aluna 3: Para transformação dele do incolor para o azul.

Entrevistadora: O que aconteceu com essas três substancias aqui quando passaram do estado físico pro químico ?

Aluna 3: O que aconteceu com elas? Viraram mistura!

(...)

Entrevistadora: Mas antes elas já não estavam misturadas?

Aluna 3: Não! Aí quando agitou, misturou. Eu acho!

Entrevistadora: Então você acha que estava aqui tipo em camadas?

Aluna 3: É que nem quando você coloca água e óleo né fica separado aí quando mistura elas se misturou e ficou azul. Eu acho que é.

(...)

Entrevistadora: Cada um é uma substância seria uma camadinha de glicose, uma de hidróxido de sódio e uma de azul de metileno? Então teria que ter uma bordinha aqui de azul de metileno?

Aluna 3: É... teria.

Entrevistadora: Teria né?

Aluna 3: Mas por que que ela ficou incolor então quando tava com a garrafa parada? (Aluna 3, Investigação 5, Escola "B", Turma B4).

Além disso, nessa mesma escola, quando se experimentou que a aula fosse destinada para que os estudantes refletissem sobre as possíveis hipóteses para o problema, vários estudantes chamaram as professoras para pedir explicações conceituais como, por exemplo, o que é um átomo ou uma molécula.

Este comportamento foi verificado em menor número da Escola "A" e não foi registrado na Escola "C".

4.2.2. Participação em relação à devolução das atividades de investigação

Como explicado no capítulo 3, os problemas relacionados a cada atividade investigativa eram propostos aos estudantes em uma aula e, na semana seguinte, as folhas de atividades contendo as hipóteses e as estratégias elaboradas eram recolhidas antes da discussão coletiva. A Tabela 4.12 apresenta

o número de devolução das atividades de investigação por turma e por atividade. Para melhor visualização, esses números foram distribuídos no gráfico da Figura 4.1.

TABELA 4.12. – Números de devolução das atividades de investigação por turma e por atividade.

		Turmas												
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	C1	C2
Atividade de Investigação	1	5	3	2	6	6	4	2	1	3	1	5	14	14
	2	5	0	1	2	3	1	2	0	4	3	0	8	5
	3	2	0	1	6	8	3	1	0	3	1	2	5	7
	4	3	1	2	2	4	2	1	2	5	0	1	2	3
	5	4	0	2	2	2	3	2	0	30*	0	1	7	8
	6	4	1	4	1	2	3	0	0	2	1	2	5	3
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8

* Atividade realizada em sala por sugestão da professora.

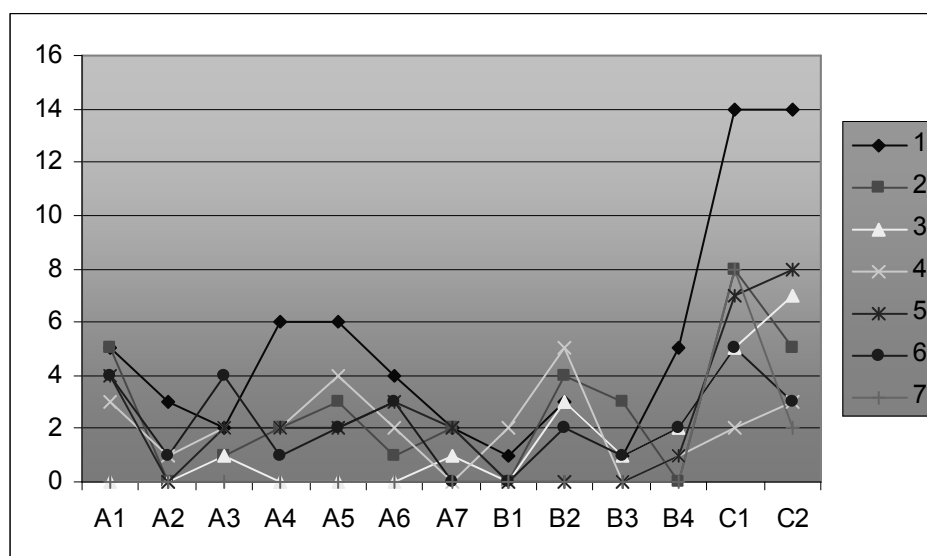


FIGURA 4.1. – Gráfico da devolução das atividades de investigação por turma e por atividade. O valor de devolução para a quinta investigação na turma B2 foi excluído para melhor visualização dos outros dados no gráfico.

Pelos números da Tabela 4.12 e da Figura 4.1, pode-se observar que o número de folhas das atividades de investigação devolvidas na semana seguinte ao do seu recebimento é pequeno, quando comparado com a quantidade de estudantes por turma. É possível verificar, também, que essa taxa de devolução oscila bastante por atividade e por turma. Assim, na primeira investigação, nas turmas da Escola “C” muitos estudantes devolveram a folha de atividades

(aproximadamente 50%) valor que caiu a partir da segunda atividade o que pode ser explicado pela descoberta dos estudantes de que essas atividades não “valeriam nota”. Também se pode notar, na Escola “C”, que ocorre um declínio da devolução próximo ao final do semestre, verificado na Investigação 4 e próximo ao final do ano, para a turma C2 nas Investigações 6 e 7, o que pode acontecer em virtude da proximidade das provas bimestrais e entrega de outros trabalhos. Esse fato foi explicado pelo professor da Escola “C”, ao mencionar que, se essa atividade não vale nota, os estudantes priorizarão aquelas que contabilizarão para as suas próprias médias.

É possível notar que os estudantes da escola particular devolvem as folhas de atividade em maior número do que os das escolas públicas, apesar de esse valor não ser expressivamente maior, já que, exceto na primeira atividade, não excedia um terço das turmas da Escola “C”.

Destacam-se as turmas A5 e C1 como as que apresentaram maior número de estudantes realizando a atividade em casa, e devolvendo-as na semana seguinte, seguidas das turmas A1, B2 e C2.

Durante a coleta de dados, como o intuito de estimular os estudantes a participarem mais das atividades e comentar as sugestões daqueles que entregavam as folhas e não eram entrevistados, optou-se por elaborar um retorno. Assim, a cada atividade desenvolvida os estudantes recebiam um retorno das suas propostas na forma escrita, que poderia conter observações conceituais no caso de terem demonstrado alguma dúvida ou utilizado algum conceito químico de maneira equivocada. Em alguns momentos, esses comentários tiveram o objetivo de motivar os alunos a continuarem participando. As Figuras 4.2 e 4.3 ilustram os retornos elaborados para os estudantes.

Retorno	Ana Emília,
	Na primeira atividade que participou, você se esforçou para responder todas as questões e que mostra sua dedicação à tarefa.
	Participar de atividades como está é uma oportunidade de você pensar sobre um problema usando os conceitos científicos que você está aprendendo. Desta maneira, você excita o que sabe e detecta alguma eventual falha na aprendizagem sendo então uma nova oportunidade para aprender. Além disso, você desenvolve sua capacidade de resolver problemas usando o seu conhecimento e que é importante dentro e fora da escola.
	Continue participando para você crescer e perceber seu próprio progresso.
	Ana Cláudia,

FIGURA 4.2. – Cópia de um dos retornos elaborados para uma estudante da Escola “C”.

Retorno	Giseli,
	Você está indo muito bem nas atividades, utilizando conceitos científicos e, posso perceber que você fica pensando no problema proposto e que me deixa bastante satisfeita, pois é este o objetivo do projeto. Parabéns, como sempre!
	Na última atividade, na qual foi perguntado por que sentimos cheiro mesmo a longas distâncias e na ausência do fonte, você escreveu que se houve de uma maneira de provar, você gostaria de saber. Conte-me a proposta de outro aluno: pedimos colocar uma xícara de café em um canto da sala e distribuir pessoas em alguns locais da sala. Se todas elas sentirem o cheiro, quem diz que as moléculas que dão cheiro ao café movimentaram-se por toda a sala. Concorda?
	Nas próximas atividades, ao responder as questões, tente formular alguma pergunta sobre o problema proposto. Por exemplo: será que a temperatura influencia o movimento das moléculas que dão cheiro ao café?
	Ana Cláudia

FIGURA 4.3. – Cópia de um dos retornos elaborados para uma estudante da Escola “A”.

Não houve nenhuma evidência explícita de que a prática da elaboração dos retornos tenha influenciado no exercício de responder e devolver a folha de atividade.

Procurando compreender o significado dos valores da Tabela 4.12 vale remeter ao comportamento dos estudantes, quando são propostas, pelo professor, outras atividades que também não estabeleçam relação direta com a nota na escola. Em diálogos informais com as professoras das Escolas “A” e “B” e na entrevista de acompanhamento desta última, relatado no item 4.1.3, elas explicam que muitos estudantes não têm disciplina de levar os materiais escolares nem outros trabalhos solicitados pelas professoras e que isso ocorre, inclusive quando tais solicitações estão atreladas à nota. Por outro lado, o professor da Escola “C”, na entrevista final, explicou que, para tudo o que é importante que os estudantes realizem, é necessário ser atribuída uma nota para que a proposta seja cumprida, sugerindo que, se dependesse da participação voluntária dos estudantes, o professor não obteria o número de participantes que gostaria.

Dessa maneira, pode-se dizer que os valores apresentados na Tabela 4.12 são baixos, diante da expectativa de que os estudantes participassem ativamente para que as contribuições do projeto fossem mais explícitas. Todavia, diante do hábito de vários estudantes das escolas públicas e do “vício” de alguns dos estudantes da particular de cumprirem com as atividades apenas quando a metodologia pressupõe a aplicação de prêmios e/ou punições, esses números são interessantes e até otimistas. Isso porque mostra que muitos estudantes se comprometeram e se envolveram com o projeto, sem a perspectiva de receberem “nada em troca”; vários outros participaram de outra etapa importante da execução do projeto que foram as discussões coletivas, além da aceitação positiva por parte expressiva dos participantes.

Para ilustrar que o projeto de atividades de investigação pode ter impactado mais os estudantes do que indicam os números expressos na Tabela 4.12 encontra-se abaixo o depoimento de um dos estudantes da Escola “C”. O aluno foi entrevistado ao final da coleta de dados e foi selecionado para representar o Caso 3 (C3). Ele explica que, apesar de não tê-las completado, ele pensava nos problemas propostos e ficava curioso:

Aluno 15: Então na verdade eu até tentei fazer e sempre pensei até nas repostas, mas eu acabei nunca escrevendo e o que eu escrevi eu não entreguei mesmo porque eu [riso] já não faço muita coisa e... Mas é mais por causa de tempo mesmo, porque eu não tenho muito tempo, mas acho bem legal, tipo desenvolver uma pesquisa assim faz as pessoas pensarem mesmo, eu acho bem legal.

Entrevistadora: Então mesmo sem entregar você sempre pensou nisso?

Aluno 15: Sempre. (Aluno 15, Escola "C", Turma C1)

4.2.3. Participação nas discussões coletivas

Recolhidas as folhas de atividades de investigação, procedia-se à discussão coletiva para que os estudantes expusessem suas idéias à turma. As discussões coletivas foram gravadas, estão disponíveis em anexo no cd-rom, e as impressões da pesquisadora foram registradas em diário de campo, também em anexo no cd-rom.

Apesar de não ser possível determinar um padrão entre as turmas, algumas generalizações são razoáveis. O comportamento dos estudantes foi semelhante entre as Escolas "A" e "B", mas diferenciou-se na Escola "C". Nesta última escola, participavam da discussão coletiva alguns dos estudantes que haviam devolvido a folha de atividade. Ao serem questionados sobre quais hipóteses eles haviam elaborado, os alunos apresentavam uma explicação coerente e correta do ponto de vista de utilização dos conceitos químicos. Geralmente, ofereciam apenas uma hipótese e em concordância com os conceitos que estavam aprendendo com o professor. Para exemplificar, podem-se tomar a segunda e a sétima investigação que tratavam, respectivamente, da separação dos constituintes do ar atmosférico oxigênio e nitrogênio (Apêndice 02) e da explicação de por que o diamante é mais duro que o grafite, se ambos são constituídos do mesmo elemento químico (Apêndice 04). Para essas investigações, cujos conceitos já haviam sido abordados pelo professor, as hipóteses elaboradas foram, respectivamente, destilação fracionada e alotropia. Procurava-se, então, explorar mais a discussão coletiva, questionando os estudantes sobre outras explicações possíveis, entretanto, não se obtinha sucesso e a discussão coletiva encerrava-se rapidamente. Não foi possível estimular os

estudantes que não haviam entregado a folha de atividades a participar da formulação de hipóteses e estratégias.

Já nas Escolas “A” e “B”, os estudantes que participavam das discussões coletivas não eram os mesmos que devolviam as folhas de atividades. Não foi frequente observar um estudante sozinho fornecer uma hipótese como a retratada na literatura. Entretanto, em praticamente todas as situações, a turma conseguia chegar a hipóteses coerentes com o ponto de vista científico. Ao mesmo tempo, os estudantes sugeriam também hipóteses alternativas o que fomentava o prosseguimento da discussão em grupo e gerava dúvidas nos estudantes que solicitavam esclarecimentos. Como um exemplo de hipóteses não coerentes elaboradas pelos estudantes pode-se citar a discussão coletiva da primeira investigação que abordava os gêiseres (DC Investigação 1 Escola “B”, Turma B3) em uma das turmas da Escola “B”. Após comentarem que este fenômeno ocorre em virtude do aquecimento de água abaixo do solo o que provoca aumento de pressão, os estudantes foram questionados sobre a causa do aquecimento da água subterrânea. As sugestões apresentadas foram, além da proximidade a vulcões, as queimadas e a incidência do Sol. A partir dessas sugestões, eles foram incitados a discutir sobre a pertinência e a coerência das respostas, quando, então, observaram que se as duas últimas causas fossem corretas, haveria gêiseres por todo o Planeta e interrogaram as professoras sobre esta informação. Informados de que os gêiseres ocorrem em algumas regiões da Terra somente, os estudantes concluíram que o aquecimento da água se dá pela proximidade a vulcões.

Para outro exemplo, agora de estratégia alternativa e coerente podem-se citar as sugestões dos estudantes de uma das turmas da Escola “A” para separar os constituintes do ar atmosférico (Apêndice 02). Além da separação por mudanças de estado físico, um estudante, após perguntar se as moléculas dos gases tinham tamanhos diferentes, sugeriu que se utilizasse algo parecido com um filtro que retivesse uma molécula e liberasse a outra quando então os gases seriam separados. Também surgiu a estratégia de “queimar algo” ou “fazer um ser vivo respirar” para que o oxigênio se esgotasse e restasse assim apenas o gás nitrogênio. Especificamente para a segunda sugestão de estratégia, há de se comentar que os colegas ridicularizaram a proposta do estudante. A pesquisadora, então, lembrou-os de que, no projeto, não havia “respostas erradas” sendo o

importante que fosse coerente mesmo que a proposta não fosse viável de ser realizada e solicitou que analisassem a estratégia. Após discutirem sobre a viabilidade da proposta, a pesquisadora comentou que esse método existe, que este “filtro” recebe o nome de “zeólita” na literatura, e que cientistas estudam maneiras de aperfeiçoar tal técnica. Os estudantes ficaram animados com a informação.

Este tipo de comportamento não foi observado na “Escola C”.

4.2.4. Reflexões sobre as escolas estudadas: relação dos estudantes com o saber

Tomando-se o número de devolução das folhas de atividades e o comportamento dos estudantes nas discussões coletivas nota-se que os estudantes das três escolas mantêm relações distintas com a escola e com o saber. Para tecer algumas especulações que ajudem a compreender este quadro, assim como analisar as instituições de ensino, é interessante retomar a entrevista inicial realizada com os professores participantes.

Os docentes chamaram a atenção para o “sistema de troca” – conseguir que os alunos cumpram com seus deveres com a promessa de um “pagamento” que pode ser presentes por parte da família ou nota por parte dos professores – algo que tem peso grande, em ambas as estruturas escolares. Enquanto que a professora da Escola “A” acredita que este comportamento é inerente ao ser humano – visto que isto está presente até dentro de casa – e a professora da Escola “B” discorda, todos concordam que a maturidade dos estudantes está ligada a este sistema: *“Então ainda a maturidade deles está muito ligada a isso: ‘o que eu vou ganhar?’, ‘vai valer nota?’, certo? Se valer nota pra eles, positiva ou negativa, se valer nota então eles se dedicam...”* (Professora da Escola “B”, Entrevista Inicial).

Semelhantemente ao que ocorre com os alunos da escola particular, que estudam para passar no vestibular, o sistema de troca leva a um condicionamento para seguir as regras do sistema e ganhar a recompensa. Como discorrem TAPIA e FITA (2006), essa conduta não implica uma aprendizagem significativa, podendo até mesmo resultar negativamente.

No geral, estudantes das três escolas questionaram a pesquisadora se devolver a atividade valeria nota. O fato de o projeto não estar associado a esse sistema de troca pode explicar por que na primeira investigação catorze estudantes (50% da turma) devolveram a folha de atividades nas duas turmas da Escola “C”. Depois que descobriram que a atividade não refletiria em números em seu boletim, a taxa de devolução não mais excedeu a oito folhas. Há de se levantar a questão de que das catorze atividades devolvidas em cada turma, várias eram cópias umas das outras e outras tantas eram cópias do enunciado, ou seja, foram respondidas tão somente para contabilizarem como atividade realizada.

Quando questionados a respeito da motivação e da dedicação dos estudantes para os estudos, os professores concordaram em alguns pontos. De acordo com o professor da Escola “C”, para os estudantes da escola particular há dois grandes fatores que os levam aos estudos: a cobrança das famílias e o vestibular, em concordância com a previsão de CHARLOT (2005). Assim, para o professor, a maior parte deles estuda apenas para justificar-se perante as famílias e por visarem ao vestibular, mas sem estarem realmente preocupados com o saber.

De fato, o comportamento dos estudantes da escola particular, ao mesmo tempo em que demonstra bom rendimento na aprendizagem conceitual não apresenta interesse significativo por essa metodologia alternativa de trabalho. Verifica-se, assim, que esses estudantes possuem um perfil bem definido: a família oferece todo o suporte para que eles estudem, sendo esta a responsabilidade deles neste período das suas vidas. O ingresso em um curso superior é algo natural e inevitável o que faz do período de permanência na escola algo que não necessariamente está associado ao prazer da obtenção de conhecimento.

Uma consequência um tanto quanto grave dessa forma de compreender a relação com os estudos é levantada pelo professor da Escola “C”. Para ele, por falta de maturidade, o adolescente não sabe por que está estudando e não reconhece que esse esforço e o conhecimento adquirido podem lhe ser úteis futuramente, o que torna o estudo uma atividade pouco prazerosa:

Estudar é uma guerra, é uma briga, certo (...) Eu acho que a família, na minha entendeu os meus filhos são dois pra estudar e é uma

guerra pra fazer eles estudarem porque estudar não é uma coisa legal. Pode ter nota, pode ter meta pra tentar deixar mais agradável (...) são raros aqueles que têm o senso nato aí pra estudar (Professor da Escola “C”, Entrevista Inicial).

Vale uma reflexão sobre o sentido dos estudos e da escola. Retomando a diferenciação da relação com o saber para estudantes da classe média e da periferia da qual trata CHARLOT (2005), pode-se especular sobre possíveis justificativas para o comportamento dos estudantes. Na escola particular, as proposições do autor encaixam-se muito bem. Primeiramente, o suporte da família é facilmente percebido em diversas situações, seja pela fala do professor da Escola “C”, que explica que os estudantes já têm muitas atividades extracurriculares como outros cursos, ou mesmo retomando a explicação do aluno Luiz, que encontrou suporte em casa para ajudá-lo a realizar as atividades de investigação.

Esse contexto faz desses estudantes “bons alunos”, ou seja, são poucos os que questionam ou subvertem essa ordem natural, a maioria aceitando as regras escolares e a obrigatoriedade dos estudos com tranquilidade. Essa argumentação pode justificar o maior número de devolução das atividades pelos estudantes da escola particular, assim como as hipóteses elaboradas sempre restritas às explicações do professor, bem como o menor impacto no interesse dos estudantes pelo projeto. Tem-se, assim, que os estudantes têm incorporado em si que frequentar a escola e estudar o que o professor ensina é algo natural, o que se reflete até mesmo no bom comportamento da sala como um todo.

Entretanto, a própria estrutura da escola particular, que exige a dedicação do aluno ao cobrar diversos trabalhos e aulas extras, acaba por prejudicar fortemente uma relação prazerosa do estudante com o saber, o que pode justificar os menores índices de satisfação em participar de uma metodologia alternativa. Como lhes é natural estudar para obter um diploma de ensino superior e, depois, bons empregos, eles o farão independentemente da metodologia adotada. Todavia, não se pode dizer que os estudantes atribuem sentido ao que estudam e nem que se comprazem com essa atividade como o próprio professor da Escola “C” relatou no último trecho transcrito. CHARLOT (2005) explica que os estudantes encontrarão sentido em uma ou outra disciplina e, provavelmente, será esta que norteará a escolha profissional desses estudantes. Mas isso não pode ser suficiente.

É preciso retomar, então, as contribuições de SANTOS L. (2007) e questionar o bom comportamento dos estudantes. A autora alerta para o desafio que persiste para a escola: o de despertar o prazer intrínseco do conhecimento. Além disso, também é necessário retomar os questionamentos de BACHELARD (1996), quando afirma que a educação deve despertar o espírito do estudante para o questionamento do mundo que o cerca. A finalidade da educação não pode ser a obtenção de diplomas, mas desenvolver o pensamento abstrato e o hábito de questionar e duvidar constantemente. Nesse caso, a escola particular não parece destacar-se em relação à escola pública, quando são comparadas a respeito da defesa do papel da educação para a formação do espírito científico (BACHELARD, 1996).

Já na escola pública, os professores declaram que a desmotivação do estudante para os estudos é generalizada, em qualquer disciplina. As explicações levantadas pelos professores são diversificadas: inicialmente, atribui-se tal quadro à forma com que o Estado atua, utilizando a progressão continuada que gera irresponsabilidade no aluno. Além disso, conta-se com a questão da falta de professores *“Chega lá ‘não dei aula no primeiro ano, não sei quem veio”* (Professor da Escola “C”, Entrevista Inicial) e também a imposição do sistema apostilado. A falta de compreensão da escolha metodológica deste sistema prejudica a prática docente e reflete naturalmente na receptividade de professores e estudantes. A professora da Escola “B”, ao ser questionada sobre os pontos negativos da escola, aponta a mudança para a utilização de apostilas: *“Eu não entendo por que mudou (...) a maneira como está sendo colocada, eu acho que ainda tem muitas lacunas pro professor (...)”* (Professora da Escola “B”, Entrevista Inicial).

Percebe-se, assim, que não faz parte dos anseios de grande parte dos estudantes da escola pública ingressar em um curso superior. As famílias, em sua maioria desestruturadas e com vítimas da violência, não têm condições de motivá-los e cobrá-los para um bom desempenho escolar. Dessa maneira, se os tradicionais mecanismos de controle da escola – por exemplo, o risco da reprovação – não atuam com o mesmo efeito, em virtude da aprovação automática, gera-se um quadro de pouco interesse pelo conteúdo tradicional ensinado nas escolas. No entanto, quando se oferece uma relação diferente com o conhecimento, ou seja, incitando sua curiosidade e chamando a sua

participação para a construção de conhecimento em sala de aula, os estudantes podem encontrar um sentido para os estudos, o que pode explicar o impacto motivacional maior nas escolas públicas.

Neste cenário, CHARLOT (2005) contribui para a análise da escola pública, ao retratar que os estudantes nesse ambiente escolar reconhecem a importância do diploma escolar para suas vidas, mas não encontram relação prazerosa com o estudo. Os dados deste trabalho também são consonantes com este autor, em relação à diferença com a escola particular onde os estudantes possuem o hábito de estudar e sabem que essa é uma prática necessária para vencerem na escola, o que não está claro para os estudantes das escolas públicas. Entretanto, é necessário discordar do autor, quando ele atribui maior chance de descobrir prazer no saber para os estudantes de classe média. Pode-se observar que o acúmulo de tarefas a que a escola particular submete os estudantes, leva-os a compreenderem a atividade investigativa como mais uma obrigação a cumprir. Já os estudantes da escola pública, menos cobrados pelo cumprimento das obrigações escolares, mostraram-se mais abertos e, assim, foram mais impactados com a proposta deste trabalho. Pode-se perceber que, se os estudantes se identificam e encontram satisfação em realizar uma atividade, eles a cumprem, mesmo que não a tenham feito em casa, o que já é explicado pela falta de disciplina para disponibilizar parte de seu tempo para a nova atividade.

Outro ponto apresentado pelos professores na entrevista inicial e que colabora para a compreensão da relação com o saber é a alienação dos estudantes. Cita a professora da Escola “B”: *“Agora sobre a dedicação dele o aluno tem dedicação para tudo, menos para estudo, menos. O MSN, o Orkut dele tá uma beleza. Tem aluno que dorme, ele estuda de manhã e fica a noite inteira no MSN e Orkut dele. Ele chega de manhã ele dorme na carteira.”* (Professora da Escola “B”, Entrevista Inicial).

Diferentemente de outros tempos históricos, a escola depara-se com um inimigo invisível representado pelo capitalismo e pela Indústria Cultural que sobrevive da alienação das pessoas, alertado por HARVEY (1995) e MÉSZÁROS (2005). A escola continua presa à época de sua criação, quando representava um espaço de obtenção de conhecimento. Atualmente, entretanto, a escola precisa responder a esta época em que a informação é amplamente difundida e que a

chamada sociedade do conhecimento prioriza a capacidade do indivíduo de postar-se de maneira crítica, de saber onde buscar conhecimento e como aprender continuamente. Isso significa que a escola e os professores precisam refletir sobre sua importância e sua função, buscando ser um espaço de problematização para resistir a esses “inimigos invisíveis” e ser um espaço de superação dessa postura alienada. Como explica FREIRE (2006), a educação é um ato inevitavelmente político e a adesão a uma ideologia de ensino é indispensável para uma educação de qualidade.

Capítulo 5

As hipóteses e as estratégias produzidas

“Gostaria de agradecer a professora pela atenção e pelo carinho com a sala do 1ºD, quero que saiba que foram muito maravilhosas as investigações que foram passadas. Obrigada por não ter desistido da sala apesar do incidente no começo das investigações”.

Aluna do 1ºD da Escola “A”.

Neste capítulo, são apresentadas as hipóteses e as estratégias elaboradas assim como o raciocínio utilizado em cada investigação e em cada escola quando, então, são identificadas a compreensão dos estudantes sobre cada fenômeno e possíveis concepções alternativas. Além disso, tecem-se reflexões sobre as condições necessárias para a formação do espírito científico a partir de dois parâmetros – o domínio de conceitos químicos e a disposição para a imersão em problemas de investigação. Nesta última análise, são utilizadas, principalmente, as atividades daqueles estudantes que participaram da etapa individual de, ao menos, quatro dos problemas propostos.

5.1. As hipóteses e as estratégias elaboradas

5.1.1. Escola “A”

5.1.1.1. 1ª Investigação

A primeira atividade de investigação tratava de compreender o fenômeno gêiseres. A folha que os estudantes receberam continha as seguintes informações:

“Os gêiseres são fontes que liberam água na forma de vapor em jatos verticais que podem chegar a trezentos metros de altura e que funcionam com uma espantosa regularidade. As condições para que eles ocorram são: água infiltrada em cavidades subterrâneas, mas não muito profundas e em região vulcânica. Em determinadas condições, a água quente e o vapor superaquecido são expelidos com velocidade, atingindo a superfície onde são lançados na atmosfera. Com a saída do jato, todo o processo reinicia, com a água descendo e tomando o lugar da que foi expelida”. (Apêndice 01).

Solicitava-se, então, que os estudantes elaborassem uma explicação para o fenômeno, utilizando conceitos científicos. Em seguida, deveriam elaborar estratégias para estudar a diferença de pressão e de temperatura e, assim, validar sua hipótese.

Nessa escola, 29 estudantes devolveram a folha de atividades. As hipóteses elaboradas puderam ser divididas em três categorias: a) hipóteses coerentes – que consideram os conceitos de pressão e de temperatura para explicar o fenômeno; b) hipóteses coerentes que consideraram somente o conceito de ebulição o que pode significar que extraíram a informação do texto fornecido ou resumiram dados obtidos por pesquisas em internet; c) hipóteses não coerentes – que enquadram as cópias do enunciado ou que não utilizam referências a conceitos científicos.

Em relação à categoria (a) e (c), chama a atenção a quantidade de hipóteses elaboradas como cópias ou resumos da internet⁴ (sete e três atividades respectivamente).

Outro fato que merece comentário é a pergunta que uma estudante se faz: “(...) *Mas também pode não ser isso, porque eu pensei com a temperatura alta, mas e quando ela estiver baixa?*”. Ela já exercitou a prática do questionamento e da dúvida defendidos por BACHELARD (1996). Sua postura foi elogiada no retorno elaborado para ela, entretanto a aluna não mais entregou as atividades de investigação não sendo possível observar mais algum crescimento.

Chama a atenção o primeiro exemplo do Quadro 5.1 de hipótese não coerente na qual o estudante faz uso do animismo em sua resposta. BACHELARD (1996) reconhece animismos como obstáculos epistemológicos e que representam dificuldades para a aprendizagem. O animismo foi detectado recorrentemente nas respostas dos alunos para diversas investigações.

Para as estratégias de verificação da validade da hipótese, sete estudantes não responderam esta questão. Dos que fizeram sugestões, dez ofereceram estratégias para estudar a diferença de pressão e de temperatura ou para estudar o fenômeno dos gêiseres como um todo. Por exemplo:

Colocando um termômetro interno para medir a temperatura da terra, e a pressão, podemos observar o intervalo de tempo entre uma disparada e outra e a quantos metros ele chega.

⁴ <http://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9iser>

A temperatura a gente sente externa como se fosse a luz do Sol ou ficar perto de uma fogueira ou próximo de um forno. A pressão a gente não sente calor, porém tem temperatura quente mais (sic) a gente não sente, porque é interna como uma panela de pressão.

Vejo se há vulcões por aquela área.

Outros doze estudantes utilizaram o espaço das estratégias para explicar a ideia postada anteriormente, e dois deles o fizeram criando analogias. Algumas das respostas estão transcritas a seguir:

Acho que quanto maior for a temperatura para o processo de ebulição maior é a pressão e o gêiser.

Eu usei a seguinte estratégia. Pensei no calor que faz no centro da terra e na pressão que lá existe, e cheguei a conclusão que se esquentamos uma água dentro de um recipiente que tenha muita pressão logo que ele abrir ou achar uma brecha ele vai sair dali com uma velocidade imensa.

Nas discussões coletivas, que contavam com maior participação dos alunos do que a entrega das atividades, quando perguntados sobre como medir a diferença de temperatura e de pressão, os estudantes sugeriram utilizar um termômetro. Para medir a diferença de pressão, em uma das turmas, levantaram a ideia de adaptar um aparelho de medição de pressão em seres humanos (esfignomanômetro) para ser utilizado no estudo deste fenômeno.

Finalmente, com relação à descrição do raciocínio que eles utilizaram para solucionar esse problema, os mesmos sete estudantes não responderam a questão. Dos que o fizeram, sete continuaram explicando a hipótese ou a estratégia elaborada, como pode ser exemplificado no trecho a seguir:

Eu usei o raciocínio de que quanto maior for a temperatura, maior será a pressão subterrânea.

Outros quinze estudantes de fato explicitaram o raciocínio ou os mecanismos para que chegassem às respostas que apresentaram:

Usei a internet para me informar, e meu jeito para explicar.

Pensei em como funciona uma panela de pressão.

Como já disse, pensei muito. Não tenho muita certeza que está certo.

QUADRO 5.1. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	11	<p>“A água que se encontra nas fissuras, cavidades e lençóis (sic) freáticos, em contato com rochas e principalmente a lava vulcânica encontrada abaixo, tem a temperatura elevada, e aquece a água gradualmente. A elevada pressão que tem a água, faz aumentar o ponto de ebulição da água e quando a temperatura da água atinge o ponto crítico, entra rapidamente em ebulição. O vapor da água obriga a água a subir de forma violenta, em forma de jato, dando origem a esta manifestação de vulcanismo”.</p> <p>“Eu acho que tem uma quantidade certa de água infiltrada e como é perto do vulcão a água vai esquentando, pegando pressão, até a pressão estiver (sic) muito alta e sai para cima”.</p>
b) hipóteses pouco coerentes	8	<p>“Os gêiseres podem ser também lençóis freáticos que liberam jatos de água para diminuir a pressão que a água exerce na parte subterrânea da terra”;</p> <p>“Quando a água quente embaixo da terra se encontra com a lava dos vulcões ocorre um processo de ebulição que faz com que tenham os gêiseres e pode chegar de 70°C a 100°C”.</p>
c) hipóteses não coerentes	9	<p>“A água espirra porque ela tem alergia aos seres humanos, então quando um indivíduo chega perto dessa área acontece esse fenômeno”;</p> <p>“Os gêiseres são fontes que liberam água na forma de vapor em jatos verticais”.</p>

5.1.1.2. 2ª Investigação

A segunda atividade de investigação, apresentada aos estudantes na semana seguinte à primeira discussão coletiva, envolvia a separação dos componentes do ar atmosférico. O trecho a seguir constava na folha de atividades fornecida:

“Sabe-se que o ar atmosférico é uma mistura de substâncias formada basicamente pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), sendo que, aproximadamente, 71% do ar é constituído por gás nitrogênio e 29% por gás oxigênio. Separadamente, cada um destes gases possui diversas aplicações. Por exemplo, o nitrogênio é um precursor importante para a fabricação de fertilizantes, enquanto que o oxigênio é importante para o bom funcionamento de maçaricos”. (Apêndice 02).

Este problema é uma investigação do tipo 2. Nesse caso, foi solicitado aos estudantes que elaborassem estratégias para obter os gases oxigênio e nitrogênio em frascos separados, o que foi feito por 14 alunos.

As propostas puderam ser divididas em três categorias: a) as estratégias coerentes; b) as estratégias pouco coerentes – que utilizam conceitos científicos, entretanto, não são explicitadas todas as etapas a serem seguidas para que os gases sejam obtidos separadamente; c) estratégia não coerente – uma resposta evasiva. As frequências de cada categoria e alguns exemplos estão discriminados no Quadro 5.2.

De acordo com os conceitos que haviam sido trabalhados pela Professora da Escola “A”, esperava-se que os estudantes propusessem a separação dos componentes do ar atmosférico pelo princípio da destilação fracionada. Todavia, para mostrar a eles que mais de uma estratégia era possível, que, às vezes, ideias que parecem não ter sentido em um primeiro momento podem ser desenvolvidas e ser reconhecidas, e também para surpreendê-los, eles foram questionados se seria possível “peneirar o ar”. Na maioria das turmas em que isso ocorreu os estudantes não acreditavam na possibilidade e apenas após discutir, se isso seria viável ou não, é que eles se convenceram da proposta e então era explicado que o nome da “peneira” seria zeólita.

QUADRO 5.2. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) as estratégias coerentes	10	<p>“Podemos colocar um frasco os dois gases e colocar em um frizzer (sic) que a temperatura do frizzer (sic) atingir o ponto de sublimação do nitrogênio assim ele está no estado sólido e o que ficou é o oxigênio que possível ficou no estado líquido, assim podemos separar”.</p> <p>“Para separar os gases, você vai ter que condensá-los ‘transformar em líquido’. Aquece-se a mistura até que os gases cheguem no seu ponto de condensação menor. Depois separamos o oxigênio, que tem o ponto de condensação maior. Quando se tornarem líquidos eles são recolhidos em recipientes separados”.</p>
b) as estratégias pouco coerentes	3	<p>“Primeiro tem que esfriar, e depois aumenta a temperatura para que seja separado”;</p> <p>“As moléculas são separadas com o aquecimento”.</p>
c) estratégia não coerente	1	<p>“Deve haver alguma substância que separa os dois”.</p>

Vale destacar a criatividade de alguns estudantes que sugeriram algo próximo à zeólita. Assim, descortinava-se nova oportunidade de trabalhar os princípios do projeto. Isso porque os colegas riram, quando alguém se referiu a utilizar um filtro ou algo parecido. Lembrava-se aos estudantes, então, que em uma discussão científica uma hipótese não é certa ou errada, ela pode ser coerente ou não e sua refutação deve ocorrer com argumentos e não ridicularizando o colega. Por isso, solicitava-se ao aluno que desenvolvesse sua idéia e aos colegas que expusessem argumentos contrários. Coletivamente, a turma chegava à conclusão de que a proposta era coerente e, então, informava-se que o nome do “filtro” era zeólita. Feito isso, retomava-se a importância de, ao ser elaborada uma hipótese, procurar validá-la e esforçar-se por convencer os colegas

de sua coerência. Ressaltava-se que a história da ciência é rica em exemplos de cientistas que foram desacreditados pelos pares, mas a intuição e a crença no próprio raciocínio, à maneira como explica NOUVEL (2002), não os deixavam desistir, e hoje suas propostas são reconhecidas.

Cabe ressaltar, para o caso das estratégias que envolviam mudanças de estados físicos, a dificuldade que os estudantes enfrentaram em lidar com os conceitos. Assim, apesar de ser possível compreender a proposta, eles pareciam não dominar os termos científicos como “fusão”, “ebulição”, etc. Além disso, em uma frequência menor do que para a primeira atividade, também foi possível verificar que os estudantes pesquisaram na internet para chegarem a uma estratégia. Isso pode ser verificado porque eles acreditavam ter apresentado duas sugestões. A primeira referia-se a condensar e, em seguida, aumentar a temperatura para que os gases passassem para o estado gasoso em pontos diferentes e, assim se separariam. Eles acreditavam sugerir uma estratégia distinta, propondo que também poderia ser realizada uma destilação fracionada.

Em relação à descrição do raciocínio que eles utilizaram para elaborar suas respostas, um estudante não completou a questão. Dos que o fizeram, oito explicaram novamente a proposição anterior ou em maiores detalhes, como pode ser observado no trecho a seguir:

Pois se você aquecê-los até o ponto de condensação, eles irão virar líquido e é só separar um do outro para maiores pesquisas.

Em dois casos, foi possível detectar equívocos conceituais dos estudantes que justificaram a escolha da condensação do ar atmosférico, por terem pensado na densidade dos gases oxigênio e nitrogênio e por isso, ser possível utilizar um ímã que atrairia uma das substâncias. Outros cinco estudantes descreveram as fontes de onde obtiveram informação: a internet, conversando com o colega e a professora ou, ainda, escreveram o que imaginavam que ocorreria após cada etapa da destilação fracionada. Algumas destas respostas estão transcritas a seguir:

Pelas aulas com a professora de Química e pelas pistas.

Eu pesquisei, e lembrei do destilador, que serve para separar as substâncias químicas, mas antes você deve ter o ar atmosférico então percebi que se resfriar o ar e ficar em estado líquido, assim dá para colocá-lo no destilador.

5.1.1.3. 3ª Investigação

A terceira investigação também foi oferecida aos estudantes logo na semana seguinte à segunda discussão coletiva. A seguir, constam as informações fornecidas aos estudantes na folha de atividades entregue a eles:

“A todo o momento, é possível sentir diferentes odores como, por exemplo, o cheiro de queimadas, o aroma de uma flor, a fragrância de um perfume, o cheiro de um alimento sendo cozido, etc. Esses odores podem ser sentidos mesmo que não estejamos muito próximos desses materiais e na ausência de fumaça ou vento”. (Apêndice 03).

Assim, os estudantes deveriam, inicialmente, sugerir uma explicação para o fato de o cheiro ser sentido a longas distâncias, mesmo na ausência de vento o que foi cumprido por 22 alunos.

As hipóteses que os estudantes elaboraram foram divididas em três categorias: a) hipóteses coerentes – as quais cumpriram o que foi solicitado no enunciado e de maneira clara; b) hipóteses pouco coerentes – aquelas que apresentavam algum equívoco conceitual, ou a explicação não ficou clara o suficiente para compreender a idéia do estudante; c) hipóteses que não utilizaram conceitos químicos – quando as respostas estavam relacionadas a como o corpo humano sente cheiros. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.3.

Nesta atividade foi possível detectar diversas concepções alternativas dos estudantes. A primeira delas é a compreensão de que as moléculas se juntam umas às outras para se movimentarem, ao que alguns estudantes denominam “se fundem”, “ocorre alguma transformação”, “se juntam”. Para ilustrar, uma estudante representou este comportamento que ela acredita ser da matéria com um desenho:

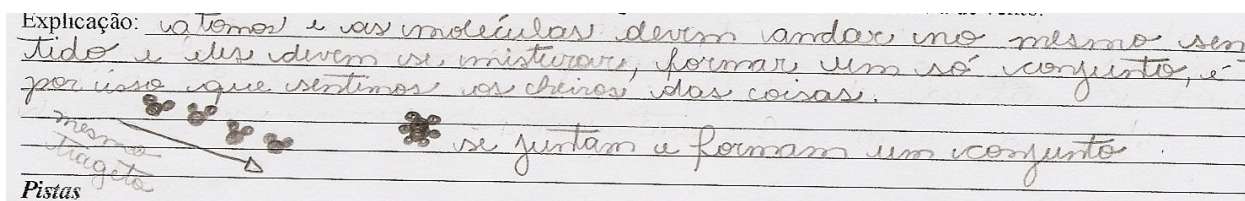


FIGURA 5.1. Representação do movimento das moléculas por uma aluna.

QUADRO 5.3. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	9	<p>“As moléculas e os átomos estão no ar! Usarei como exemplo, como sentimos o cheiro de café em lugares distantes de onde o café se encontra. As moléculas e os átomos que são do próprio café (que possuem o cheiro) vão se chocando com as que estão no ar, assim elas se misturam, e vão se chocando, misturando e se movimentam, até se espalhar por lugares distantes”;</p> <p>“Minha opinião é que eles se misturam com o oxigênio que mesmo não tendo vento se movimenta. Acredito também que a temperatura tem a ver, pois sentimos a distância algo que pegou fogo ou uma sopa que está sendo preparada, aquele vapor subindo para o ar”.</p>
b) hipóteses pouco coerentes	11	<p>“Quando os cheiros se fundem com o vento as moléculas que estão nos odores passam a flutuar juntos com o vento”.</p> <p>“O cheiro chega de um lugar para outro quando os átomos e as moléculas se movimentam e quando encostam transmitem a energia do cheiro de uns para os outros por isso o cheiro pode chegar a longas distâncias”.</p> <p>“Porque por ex: caso eu deixe uma xícara de café num canto sairá fumaça e essa fumaça consegue deixar seu cheiro por todo aquele espaço”.</p>
c) hipóteses que não utilizaram conceitos químicos	2	<p>“Mesmo não tendo vento, o cheiro de algo fica no ar, é onde ele entra no nosso nariz. Imediatamente nossos átomos e moléculas começam a trabalhar, eles captam o que é o cheiro e manda para nosso cérebro, que é daí que nós sentimos cheiros de algo que está bem longe, distante de nós e que muitas vezes nem estamos vendo”.</p>

Outra concepção alternativa detectada e recorrente foi a crença de que os átomos e as moléculas podem ser observados por um microscópio ou um aparelho especial, sendo esta, então, uma das estratégias sugeridas pelos estudantes para verificar a pertinência de sua hipótese: “olhar as moléculas com um microscópio”. No retorno que era fornecido a quem devolvesse as folhas das atividades de investigação e, sempre que possível, a partir desta atividade, ressaltava-se aos estudantes que eles deveriam elaborar as hipóteses e as estratégias, considerando não ser possível visualizar os átomos e as moléculas.

Com relação às estratégias propostas pelos estudantes, apenas um não ofereceu qualquer sugestão. Dez alunos explicaram novamente o que haviam elaborado, sendo que quatro deles exibiram outra concepção alternativa: a de que o vento “atrai” as moléculas responsáveis pelo cheiro. Para ilustrar, algumas respostas constam a seguir:

O vento atrai as moléculas do cheiro e fazem elas flutuarem.

Eu relacionei o que acontece quando fazemos algo, como algum alimento que pode ser sentido por conta do seu vapor, porque está sendo preparado em alta temperatura, ou por átomos e moléculas terem partículas que circulam.

Outros onze estudantes sugeriram estratégias como o solicitado. Entretanto, seis deles propuseram observar os átomos com microscópios. Alguns exemplos das diferentes estratégias produzidas estão relacionados abaixo:

Olhar através do microscópio o que acontece no ar para que o cheiro de um café que está na cozinha possa chegar no quintal.

1. Colocar em uma xícara pó de café; 2. logo em seguida colocar leite ou água quente; 3. levar essa xícara com todos esses componentes em um canto do lugar em que está; 4. depois é só esperar que dentro de segundos ou minutos você ou todos aqueles que se encontram nesse local sentirão o cheiro.

Já sobre o raciocínio utilizado, oito estudantes explicaram novamente o que haviam escrito. Os outros 14 elucidaram que chegaram às conclusões descritas através das pistas ou reproduzindo a situação em casa. Chama a atenção um estudante que, explicitando seu raciocínio, esclareceu o porquê de ele ter escrito que as moléculas que dão cheiro se misturam ao oxigênio e não ao ar atmosférico como um todo:

Se não é há vento, então teria que ser o oxigênio.

Coloquei o copo de café na cozinha em uma ponta bem distante e realizei a investigação.

5.1.1.4. 4ª Investigação

No segundo semestre letivo, no laboratório da escola, a quarta investigação foi apresentada. Os estudantes receberam duas bolinhas brancas e duas vermelhas de modelos moleculares que simulariam, respectivamente, os átomos de hidrogênio e de oxigênio, com as quais eles deveriam montar diferentes “moléculas”. Para cada “molécula” ou “íon” construído, algumas informações eram passadas, por exemplo, o estado físico, onde são encontrados, se são estáveis ou não. Em seguida, eles observaram o experimento de eletrólise da água quando, então, foi solicitado que elaborassem uma explicação para as bolhas observadas. Quinze estudantes devolveram a folha da atividade na semana seguinte, mas um apenas escreveu que não conseguiu descobrir o que havia acontecido.

As hipóteses produzidas foram enquadradas em duas categorias – explicações coerentes e pouco coerentes. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.4.

As hipóteses consideradas coerentes foram as explicações para o fenômeno, elaboradas a partir de um raciocínio coeso, contando-se com as informações e conceitos que os alunos conheciam, mesmo que alguns termos ou algumas fórmulas não fossem utilizados adequadamente. Assim, os alunos não discerniam entre os diferentes tipos de energia, nem todos compreendiam que a visualização de bolhas ocorre pelo fenômeno de liberação de gases e haviam recebido a informação de que a água oxigenada é um líquido branco⁵. Desta maneira, de acordo com os dados que os alunos detinham, a transformação física da água e a formação de substâncias líquidas como a água oxigenada também foram consideradas hipóteses coerentes.

⁵ O peróxido de hidrogênio anidro em estado puro é um líquido incolor, entretanto, ao discutir as diferentes partículas que são possíveis de serem formadas com os elementos químicos H e O, passou-se a informação referente à água oxigenada comercial. Esta, um líquido branco.

QUADRO 5.4. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	9	<p>“Um dos tubos ficou com menos água, acredito que devido à pressão do gás e também acredito por estar no lado negativo da pilha esse gás é (sic) o hidrogênio e as bolinhas dentro da água é o oxigênio. Uma decomposição da água.”;</p> <p>“A água muda seu estado físico em um tubo e no outro ela permanece da mesma forma, mantendo seu estado. Essa mudança de estado físico pode ocorrer nessa situação porque quando a água ganha certa energia, ela vira gás e muda seu estado por conta da temperatura”.</p>
b) hipóteses pouco coerentes	5	<p>“Eu acho que deve ser ácidos efervescentes”.</p> <p>“Esses gases que estão sendo produzidos na água com a energia da pilha pode ser simplesmente oxigênio, porque no recipiente não continha nenhum outro elemento químico”.</p>

As hipóteses coerentes dividiram-se entre a transformação da água nos gases hidrogênio e oxigênio, sendo que dois destes retiraram a explicação da internet⁶ e outros dois acreditaram ter ocorrido uma transformação física em que a água teria sofrido o processo de ebulição. Cabe ressaltar também o pouco domínio dos estudantes em relação às fórmulas químicas quando dois deles tentaram representar a fórmula dos gases formados como sendo “H” e “O₂”.

Dos estudantes distribuídos na segunda categoria, três explicaram o que visualizaram macroscopicamente enquanto que dois não se atentaram a conservação dos elementos em uma transformação. Um deles acreditou que só se formou gás oxigênio por acreditar que não havia outro elemento no recipiente enquanto que outra aluna sugeriu a ação de ácidos efervescentes. Esta justificou

⁶ <http://www.cdcc.sc.usp.br/quimica/experimentos/eletrol.html>

sua resposta por saber que é o mesmo que ocorre quando ela mistura um comprimido efervescente à água. Apesar de coerente este é um exemplo das observações primeiras da qual trata BACHELARD (1996). À primeira vista, os dois experimentos podem ser comparados, todavia, com um questionamento maior, a dúvida da hipótese pode levar à reflexão se os reagentes e as condições experimentais seriam as mesmas. Este tipo de observação foi feito à aluna no retorno elaborado para ela.

A elaboração de estratégias para verificar a hipótese elaborada foi proposta por doze alunos dos quais oito explicaram novamente o experimento observado não propondo então o solicitado. Dos quatro estudantes que elaboraram estratégias, três deles propuseram experimentos que simulariam a mesma observação visual do realizado no laboratório:

Em uma panela coloque água até a metade, tampe-a e leve-a ao fogo, depois de uns 5 minutos desligue o fogo e abra a panela, repare que vai sair como uma fumaça da panela é o oxigênio.

Outro estudante sugeriu recolher os gases e liquefazê-los o que, segundo ele, tornaria mais fácil a sua identificação. Apesar de as estratégias elaboradas evidenciarem dificuldades de apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, ao mesmo tempo representam uma rica oportunidade de explorar essas afirmações durante as aulas o que, de acordo com BACHELARD (1996) levaria a aprendizagens mais efetivas, por partirem da reforma de erros.

Durante a discussão coletiva, quando a participação dos estudantes era mais intensa, as etapas de formulação de hipóteses e estratégias eram sempre repassadas. Em todas as turmas a explicação predominante foi a de decomposição da água nos gases hidrogênio e oxigênio. Em algumas turmas, os estudantes também sugeriam que a água havia entrado em ebulição. Se todos concordassem que ambas as hipóteses eram coerentes, procedia-se à elaboração de estratégias para testar se os gases eram hidrogênio e oxigênio ou água. Na maioria dos casos chegava-se coletivamente aos seguintes testes: utilizar um palito de fósforo no qual o oxigênio alimentaria a chama, o hidrogênio causaria uma pequena explosão e a água apagaria o fogo. Também propuseram “respirar” o gás que se fosse oxigênio, tornaria o processo da respiração viável.

A dificuldade verificada para sugerir estratégias para validar a hipótese, quando realizam a atividade sozinhos, foi comum em muitas

investigações. Uma possível explicação para este fato, seria o pouco contato dos estudantes com procedimentos experimentais e com testes mais frequentes em laboratórios.

Ao comentarem o raciocínio que utilizaram, apenas uma estudante demonstrou não ter compreendido a solicitação, explicando novamente o fenômeno em questão. Todos os outros apontaram em que se basearam para formularem suas propostas, sendo os elementos citados: as pistas, as explicações das professoras, os próprios conhecimentos e pensar sobre o fenômeno. Chamam a atenção, assim, os estudantes reunindo-se para trocar ideias ou o processo de reflexão, mesmo sozinhos, que os alunos passaram a demonstrar, o que pode ser indício de eles se utilizarem de parte de seu tempo para refletir sobre problemas científicos. É possível que esteja ocorrendo o processo de imersão em um enigma como o que NOUVEL (2002) aponta como sendo parte integrante do trabalho científico e que é um objetivo deste trabalho. Uma resposta de um aluno ilustra esta afirmação:

O raciocínio que usei foi vendo, pensando e imaginando sobre a experiência feita em sala de aula.

5.1.1.5. 5ª Investigação

Na semana seguinte à discussão coletiva anterior, um novo problema foi proposto. O trecho a seguir foi fornecido aos estudantes em sua folha de atividades.

“Assim como ocorre com a maioria dos elementos químicos conhecidos, o ferro não é encontrado isolado na natureza, mas sim combinado com outros elementos químicos. Quando se une ao oxigênio, forma, por exemplo, o minério chamado hematita. Neste minério, dois átomos de ferro combinam-se com três átomos de oxigênio, ao que se atribui a fórmula Fe_2O_3 . Analogamente, o elemento químico cobre é encontrado na natureza combinado com o elemento químico enxofre formando o minério calcocita, ao que se atribui a fórmula Cu_2S . Entretanto, as indústrias necessitam dos elementos em sua forma metálica para serem utilizados na fabricação de tubulação de água (ferro), latinhas de refrigerante (alumínio) ou fiações elétricas para condução de eletricidade em residências (cobre)”. (Apêndice 07).

Com imagens de utensílios metálicos, explicava-se que, embora largamente utilizados pelos seres humanos, os materiais não eram encontrados na forma metálica na natureza. Através de alguns processos, os metais eram produzidos a partir de seus minérios. Solicitava-se, assim, que os estudantes sugerissem formas de obter o metal a partir de seu minério, o que foi realizado por também quinze estudantes.

As estratégias puderam ser divididas entre coerentes – quando não apresentavam equívocos conceituais – e pouco coerentes – para as quais não foi possível compreender a proposta do estudante ou quando a sugestão continha problemas conceituais. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.5.

Desta forma, estudantes em todas as turmas conseguiram elaborar as estratégias solicitadas, sendo que na discussão coletiva, outras soluções foram encontradas para o problema proposto. Os três procedimentos relatados na literatura – em anexo no cd-rom –, para obtenção de metais foram sugeridos, na maioria das salas como: a utilização da energia térmica, elétrica ou a reação com outra substância química.

Das estratégias coerentes, apenas algumas explicavam em detalhes o procedimento sugerido como o exemplificado no Quadro 5.5. A maioria resumia-se a recomendar alterações na temperatura para se proceder à separação dos átomos.

As incoerências verificadas na segunda categoria são: a possibilidade de “derreter o átomo” ao aquecer os minérios e utilizar um microscópio para separar os átomos. Além disso, recomendaram “moer” o minério e passar os átomos em uma peneira ou atrair um dos átomos com um ímã que “puxaria os elétrons” de apenas um dos elementos químicos. Estas duas últimas propostas indicam que eles estão se utilizando de aprendizados anteriores, como a peneira molecular da segunda investigação e as propriedades do ímã, mas não estão reconhecendo algumas características importantes dos átomos como, por exemplo, a sua instabilidade quando partícula isolada. As outras respostas alocadas nessa categoria sugerem apenas a extração do minério na natureza ou que a separação é impossível.

QUADRO 5.5. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) estratégias coerentes	8	“Eu acho que pode usar a estratégia de temperatura, pois pode aquecer o minério e aí separamos os átomos de oxigênio que viraria gás e aí ficaria o ferro em estado líquido e aí depois é só fazer o processo de solidificação.”;
		“Alguma forma de energia (como o experimento da aula passada onde de um lado se encontrava mais O ₂ e do outro lado mais H). Assim dessa mesma forma, separar esses átomos”.
		“Na minha opinião há algum produto químico, que joga no minério, ou faz ferver (sic) e libera uma das substâncias”.
b) estratégias pouco coerentes	7	“Acho que podemos usar a separação magnética, onde (sic) separa os componentes que são atraídos por um ‘ímã’ daqueles que não apresentam tal propriedade”.
		“Para separar os átomos de ferro dos de oxigênio, pode usar a energia, ou usando a energia térmica para derreter os átomos”.

Quando questionados sobre seu raciocínio, quatro estudantes aprofundaram as explicações fornecidas anteriormente. Os outros onze alunos indicaram as pistas, as aulas da professora e a ajuda da mãe como caminho para chegar às afirmações que expuseram. Nesta investigação, detectou-se apenas uma resposta que parece ser oriunda da internet.

5.1.1.6. 6ª Investigação

A última investigação proposta foi completada novamente por quinze estudantes. Ela foi apresentada, retomando-se quais são os três elementos necessários para que ocorra combustão, os quais seriam combustível,

comburente e algo que iniciasse a chama. O trecho abaixo consta na folha de atividades entregue aos alunos.

“Os combustíveis são materiais que podem fornecer energia, pois, como todas as substâncias químicas, as moléculas que os constituem possuem energia armazenada. Por exemplo, a gasolina é queimada nos motores dos automóveis com a finalidade de fornecer energia para que os mesmos entrem em funcionamento. Analogamente aos combustíveis, outros materiais também podem inflamar e entrar em combustão, o que pode ser perigoso à saúde dos seres vivos ou à natureza se não ocorrer de maneira controlada. Quando um incêndio ocorre, geralmente, utiliza-se água para extingui-lo”. (Apêndice 06).

Os estudantes eram então questionados sobre o fato de que se tanto a molécula dos combustíveis como a molécula de água possuem energia armazenada qual explicação poderia ser dada para o motivo de a água apagar o fogo.

As hipóteses elaboradas foram categorizadas novamente entre coerentes e pouco coerentes. A frequência e alguns exemplos das respostas dos alunos constam no Quadro 5.6.

Foram consideradas como hipóteses coerentes aquelas que forneceram uma explicação plausível para o fenômeno. Dois estudantes indicaram que recorreram à internet para solucionar o problema. Entretanto, há de se ressaltar que algumas dificuldades conceituais foram encontradas como o animismo, no exemplo constante na tabela acima, e a referência de que a água passa para o estado sólido ao apagar o fogo. Essa falta de familiaridade com alguns termos científicos também foi verificada entre as hipóteses pouco coerentes, tal como o exemplo do quadro que se refere à transformação física da água como sendo uma fusão.

Foram consideradas hipóteses pouco coerentes aquelas que apenas explicavam o fenômeno macroscopicamente como o primeiro exemplo da tabela, o que ocorreu em quatro respostas. Também foram enquadradas nessa categoria aquelas que continham erros conceituais que impedem uma explicação coerente. Além dos dois últimos exemplos, pode-se citar também a sugestão de que ocorre uma reação entre o fogo que possui átomos quentes e positivos e a água cujos

átomos seriam frios e negativos e ainda uma reação entre as moléculas do fogo e da água.

QUADRO 5.6. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	7	<p>“O fogo é uma reação onde entram dois elementos: o combustível – que é o que pega fogo e o comburente – que é o oxigênio que permite a combustão. Ao jogar água sobre o fogo impede que o comburente fique em contato com o combustível.”</p> <p>“A água necessita de calor para se transformar no estado gasoso. Como o fogo é uma altíssima fonte de calor, a água se alimenta dele para se transformar em gasoso. Por isso que quando apagamos um incêndio, não vemos mais aquelas chamas e nem aquela água usada para apagar. A água se alimentou do fogo, por isso conseguiu apagá-lo.”;</p>
b) hipóteses pouco coerentes	8	<p>“Quando algo está pegando fogo e a água entra em contato ocorre uma grande fusão, uma transformação, quando as moléculas de água entram com as moléculas que o fogo está gerando, fazendo assim uma evaporação e subindo pelos ares ficando só as cinzas geradas pelo fogo com contato com materiais”.</p> <p>“O fogo é apagado pela água porque os elementos que existem na água entrando em contato com o fogo destrói (sic) as partículas do mesmo (sic) apagando o fogo, mas para a água apagar o fogo é necessário ter água em abundância”.</p> <p>“A água possui energia, mas ela também possui em sua composição, o oxigênio, que ajuda na combustão quando algo está queimando, mas como a água também possui hidrogênio, é possível que essas moléculas de água em quantidade possam apagar o fogo por conta do hidrogênio”.</p>

Cabe ressaltar que, recorrentemente, em algumas hipóteses e em várias discussões coletivas, outros estudantes reconheceram não compreender por que a água apaga o fogo, se ela contém oxigênio uma vez que, supostamente, também é o oxigênio que alimenta a chama. Pode-se detectar, então, a dificuldade dos estudantes em entenderem a diferença entre elemento químico e molécula.

Apenas quatro estudantes sugeriram testes experimentais para verificar a coerência da hipótese; entretanto, nenhum dos experimentos sugeridos levaria à prova ou ao refute das propriedades da água que eles indicaram anteriormente. Assim, as estratégias sugeridas foram: reproduzir o fenômeno da combustão onde eles “veriam” a água evaporando ou separando o combustível do comburente; emborcar um copo sobre uma vela acesa; estudar a água e o fogo utilizando substâncias que altere a cor ou o cheiro delas. As estratégias dos outros onze estudantes eram explicações do fenômeno ou da hipótese elaborada das quais se destacam duas respostas. A primeira delas é uma “prova” do porquê de a água absorver bastante calor:

A água absorve o calor, é por isso que os dias úmidos são mais quentes que os dias secos.

O segundo destaque revela novamente o animismo:

A água é formada por três átomos: 2 hidrogênios e 1 oxigênio (H_2O). O oxigênio da água atrai o fogo e o hidrogênio detém essa energia, pois o número de átomos de hidrogênio é maior do que de oxigênio.

No que diz respeito ao raciocínio empregado para chegar a uma possível solução, quatro estudantes utilizaram esse espaço da folha para, novamente, acrescentar explicações sobre o fenômeno. Os outros onze alunos descreveram que chegaram às suas respostas utilizando as pistas, refletindo sobre o problema e observando um experimento que simule a investigação.

Assim, uma estudante descreveu a sua dedução a partir das “peças de quebra-cabeças” de que ela dispunha o que representa indícios do pensamento científico:

Se para haver fogo é necessário combustível, comburente e energia, se tirássemos um o fogo iria apagar.

Ao mesmo tempo, chamam a atenção os estudantes que sugerem que a observação da reprodução de um fenômeno pode levar à formulação de uma explicação ou à sua validação. Isso remete à primeira visão deformada discutida por GIL PÉREZ *et al.* (2001) da concepção indutivista e atórica da ciência. De acordo com BACHELARD (1996), tirar conclusões pela simples observação de um experimento retrata uma das características de um espírito científico, ainda no estado concreto.

5.1.2. Escola “B”

5.1.2.1. 1ª Investigação

A primeira investigação aplicada na Escola “B” foi a mesma disponibilizada para a Escola “A”, a do estudo dos gêiseres. Nessa primeira atividade, doze estudantes devolveram a folha da atividade de investigação, entretanto, sete delas foram cópias do enunciado ou da explicação quando da apresentação do problema.

Quatro estudantes elaboraram uma explicação coerente para o fenômeno, todas elas baseadas no aumento da pressão gerado pelo aquecimento da água subterrânea. Não foi possível detectar cópias da internet. Somente uma aluna atribuiu o aquecimento da água ao calor da atmosfera, hipótese esta considerada então como incoerente. Uma das hipóteses coerentes está exemplificada abaixo:

Os gêiseres é (sic) um fenômeno acontecido pela pressão de muito vapor junto. Conforme o agrupamento de águas em uma região vulcânica, a temperatura elevada faz com que o local onde se encontra (sic) as águas terem uma pressão imensa, e jogando a água para cima da terra. Com isso, acontece a saída da água em formas (sic) de jatos pela velocidade que sai das cavidades, caindo sobre a superfície novamente e repetindo o processo.

Cabe destacar a participação de duas turmas nas discussões coletivas desta investigação. A primeira turma na qual o debate foi realizado (DC, Escola “B”, Turma B4), apesar da dificuldade em elaborar uma explicação, surpreendeu, especialmente, a professora da Escola “B”, pela curiosidade e pelos vários questionamentos para compreenderem o fenômeno dos gêiseres e dos vulcões. Em outra turma (DC, Escola “B”, Turma B3), ao serem questionados

sobre o que provoca o aquecimento da água subterrânea, os alunos sugeriram diferentes explicações como, por exemplo, o aquecimento global e as queimadas. Os estudantes, então, foram convidados a analisar todas as afirmações e foram descartando algumas proposições, cumprindo agora o que se esperava de uma discussão coletiva.

Dois estudantes não sugeriram estratégias para validar a explicação que forneceram. Outros oito explicaram novamente o conceito de gêiseres, propondo instrumentos nos quais o processo de alta pressão também pode ser encontrado sendo eles: uma panela de pressão, “uma boca de fogão” e um isqueiro. Já outros dois estudantes sugeriram uma estratégia, entretanto, a proposta foi utilizar um aparelho que medisse a temperatura e/ou a pressão, não especificando qual seria esse aparelho ou qual seu funcionamento. Apesar do esforço, nenhum estudante teve sucesso nesta etapa da atividade. Nas discussões coletivas, quando a participação era mais intensa na maioria das salas, as estratégias, de utilização de termômetro, por exemplo, eram obtidas.

Finalmente, com relação à solicitação de explicação do próprio raciocínio, três estudantes não o fizeram, enquanto dois utilizaram o espaço para explicarem novamente o fenômeno. Outros sete estudantes cumpriram o solicitado, quando, então, se tornou possível compreender melhor as idéias nas quais eles se basearam para elaborar a hipótese e as estratégias. Os dois exemplos abaixo ilustram esses raciocínios desenvolvidos:

Se o ser humano está fazendo com que a atmosfera fique aberta, os raios solares penetrarão (sic) na terra, fazendo esquentar a água do subsolo. Assim ela acha um jeito de sair em forma de gêiseres.

Pois como a mesma pressão que um gás passa pela mangueira até chegar a (sic) boca do fogão e sair fogo. E a pressão que um isqueiro sofre para manter uma chama acesa. É a mesma transformação que um gêiser sofre quando entra em atividade.

5.1.2.2. 2ª Investigação

A segunda atividade de investigação também foi a de solicitar estratégias para separar os gases oxigênio e nitrogênio do ar atmosférico. Em todas as quatro turmas, apenas seis estudantes completaram a atividade.

Destes alunos, quatro elaboraram estratégias consideradas pouco coerentes, sendo que dois sugeriram utilizar um aparelho científico que separe os gases, mas sem explicitar qual seria o seu funcionamento. Outros dois acreditam ser possível criar um pigmento que colorirá apenas um dos gases diferenciando-o, o que permitirá a separação. Essas respostas indicam que, no momento de aplicação dessa investigação, estes estudantes ainda não se haviam apropriado da noção de constituição da matéria por partículas submicroscópicas.

Apenas dois alunos apresentaram estratégias coerentes e que se encontram próximas aos procedimentos utilizados normalmente pelo homem. Essa duas propostas coerentes e uma incoerente estão exemplificadas abaixo:

Pressionando os gases até virarem líquido. Depois coloque o líquido para ferver, sendo assim uma substância evapora antes da outra. Assim a que evaporar primeiro você coloca em um frasco depois espere a outra ferver e coloque-a em outro frasco.

Em redes com buracos maiores que uma molécula, mas menor para outras moléculas. Então assim se separa. Mas também creio que há outras formas.

Eu usaria um processo como a decantação. Mas criaria uma 'tinta pigmento' que daria cor ao nitrogênio e assim conseguiria separá-los.

Três estudantes não completaram a folha de atividades esclarecendo o raciocínio que desenvolveram até chegarem às suas proposições. Outros três explicaram, mas de maneira limitada, apenas repetindo a estratégia. Esperava-se que esse espaço fosse útil para detectar os argumentos dos estudantes para analisar se o raciocínio lógico ou abstrato deles estaria se desenvolvendo. Entretanto, para essa atividade, as respostas dos estudantes ainda não foram elaboradas de forma a permitir tal consideração.

5.1.2.3. 3ª Investigação

A terceira atividade de investigação, que tratava de estudar por que se sente cheiro de algo a longas distâncias, mesmo na ausência de vento, foi completada também por apenas seis estudantes.

Das atividades devolvidas, quatro hipóteses foram consideradas pouco coerentes, por não envolverem o nível submicroscópico, ou por utilizar estes termos de maneira inadequada em suas respostas. Assim, uma estudante explicou o fenômeno a partir da emissão de “tipo de um código” ao cérebro quando um aroma se aproxima das narinas. Outra estudante sugeriu que as moléculas se juntam e se movimentam constantemente, enquanto outra acredita que o cheiro se espalha, porque ocorre uma reação química entre uma molécula que contém odor com outra que não contém. Finalmente, a quarta estudante afirmou que as moléculas “*se passam por oxigênio que quando respiramos sugamos para nós (sic)*”.

Outros dois alunos elaboraram hipóteses coerentes, pois sugeriram explicações, utilizando os conceitos de átomo e de molécula como solicitado e de maneira coerente apesar do pouco domínio dos termos científicos. As duas respostas estão transcritas a seguir:

Os odores se ‘dissolvem’ ao espaço X, é como os átomos e as moléculas movimentam-se continuamente.

Mesmo na ausência de vento ou de fumaça os átomos e as moléculas flutuam facilmente devido a (sic) massa ser muito baixa.

Em relação às estratégias para verificar a coerência da hipótese elaborada, um estudante não completou a questão. Todos os outros explicaram novamente a resposta anterior ou esclareceram o raciocínio que utilizaram, afirmando que fizeram uso da lógica ou das pistas. Como discutido anteriormente para a Escola “A”, os estudantes demonstraram dificuldade em elaborar estratégias, em grande parte das atividades propostas, o que talvez seja explicado pela falta de familiaridade com procedimentos experimentais e com sugestões dessa natureza.

Dos raciocínios empregados para solucionar o problema, um estudante não respondeu e outro continuou explicando o fenômeno. Os outros quatro alunos utilizaram as explicações das professoras, o raciocínio lógico e as pistas.

5.1.2.4. 4ª Investigação

A quarta investigação, que também abordava a eletrólise da água, foi trabalhada da mesma maneira que na Escola “A”, exceto pelo fato de o experimento ter sido realizado em sala de aula. A folha de atividades foi devolvida por oito estudantes.

Em quatro atividades, as hipóteses foram consideradas pouco coerentes, pois a explicação não ficou clara, ou então os gases não foram identificados ou apenas um o foi, contradizendo a conservação da matéria. Ao mesmo tempo, as hipóteses categorizadas como coerentes foram aquelas em que os estudantes sugeriram uma identificação para os gases e respeitando a conservação da matéria tal como discutido no item 5.1.1.. Dos quatro estudantes que assim procederam, dois apontaram a formação de água oxigenada, um de água no estado gasoso e outro hidrogênio e oxigênio. Uma resposta coerente e outra pouco coerente estão ilustradas abaixo:

A água que foi notada a diferença pode ter misturado energia com gás e tornado água oxigenada.

Ao ligar os fios na tomada, a água foi aquecida formando bolhas de oxigênio.

Ao elaborarem estratégias para verificar a validade de suas hipóteses, cinco estudantes utilizaram o espaço para explicarem suas sugestões anteriores. Neste caso, é interessante destacar o comentário de uma aluna que evidencia que naquele momento eles ainda não discerniam entre os diferentes tipos de energia e que cada uma pode provocar transformações distintas na matéria. Por isso, ela considera que a evaporação da água é plausível, para explicar as bolhas que visualizou:

A água sendo esquentada por uma fonte de energia e isso faz a água se transformar do líquido para o gasoso.

Outros três estudantes sugeriram procedimentos que levariam a estudar as próprias hipóteses. Chama a atenção, a estratégia de duas alunas que haviam sugerido a liberação de gás oxigênio somente para explicar as bolhas observadas. Suas estratégias foram *“colocar uma tampa em cima para ver se*

forma vapor” e *“colocar o dedo na água ou a mão em cima do recipiente e ver se está quente”*. Estas proposições sugerem que elas compreendem que, fornecendo energia à água, ocorre o processo de ebulição, entretanto, o vapor d’água que se observa nesta transformação, para elas, é o gás oxigênio.

De acordo com uma das alunas: *“se estiver quente é porque vai evaporar formando o oxigênio”*. Por essa resposta, é possível indicar que elas não aprenderam de maneira significativa o conceito de transformação física e quando detectam a presença de um gás, atribuem-lhe o nome da substância familiar a elas, o gás oxigênio. Uma terceira estudante também demonstrou possuir a mesma concepção, pelo que escreveu em sua hipótese, apesar de ter utilizado o espaço de elaboração de estratégias para explicar novamente a sua idéia.

No que diz respeito ao raciocínio, seis estudantes seguiram explicando a sua ideia inicial. Os outros dois revelaram que seguiram as dicas da professora e retomaram a discussão da primeira atividade de investigação.

5.1.2.5. 5ª Investigação

A quinta investigação foi a única atividade que se diferenciou das aplicadas na Escola “A”, sendo iniciada com um experimento demonstrativo. A descrição do problema, contido na folha destinada aos alunos era a seguinte:

“Lembre-se do experimento da garrafa azul, no qual o líquido contido dentro da garrafa permanecia incolor quando em repouso e, ao agitar a garrafa, o líquido adquire a coloração azul, voltando à incolor ao ser deixado em repouso. Os reagentes utilizados neste experimento foram: solução de glicose, solução de hidróxido de sódio e azul de metileno”. (Apêndice 05).

Após observarem o experimento, solicitou-se aos estudantes que elaborassem uma explicação para a mudança de coloração.

Na entrevista de acompanhamento da professora da Escola “B”, ela sugeriu que fosse disponibilizado um tempo em aula para que os alunos discutissem em duplas e elaborassem suas hipóteses. Ela acreditava que, desse modo, a participação e os resultados seriam mais efetivos. Atendendo à solicitação, a investigação foi assim realizada na turma B2.

Vale destacar, apesar do alerta feito pela professora que precedeu a aula de Química, sobre o mau comportamento da sala, houve um envolvimento de grande parte da turma em solucionar o problema, mantendo-se entretidos até o final da aula. Além disso, notou-se que muitos estudantes necessitaram tirar dúvidas conceituais para que pudessem pensar nas possíveis hipóteses. Assim, em vários momentos eles solicitavam a explicação das professoras para compreenderem o que é átomo e o que é molécula, o que é transformação química e o que são reagentes, entre outros. Isso mostra que a baixa apreensão de conceitos pelos estudantes compromete a elaboração de hipóteses e o desenvolvimento do raciocínio deles.

Treze estudantes devolveram a folha de atividades. Na turma B2, em que grande parte dos alunos se esforçou por refletir sobre o problema, alguns demonstraram pensar em uma solução, mas durante o tempo dado não conseguiram elaborar uma sugestão e devolveram a folha em branco. Nenhum estudante conseguiu elaborar uma explicação plausível para a mudança de coloração, o que pode ser justificado pela sua baixa compreensão sobre transformação química. Tendo-se em vista que o domínio de alguns pré-conceitos é uma condição necessária para a elaboração de hipóteses para os fenômenos, apesar do esforço, os estudantes não lograram sucesso no caso em pauta.

Das hipóteses apresentadas pelos estudantes, quatro podem ser consideradas incoerentes por conterem erros conceituais. Estas respostas foram: as partículas azuis se multiplicaram com a agitação; cria-se uma barreira após a agitação que separa a água dos outros componentes; ocorreu uma combustão e, passou *“do estado físico para o químico”*.

Das outras respostas, três pautaram-se na ocorrência de uma transformação química, apesar de não suporem a sua reversibilidade. Outras seis referiram-se a uma mistura, pela agitação, e posterior separação dos componentes, no repouso. Eles não atentaram para a não observação do azul de metileno quando o líquido contido na garrafa está incolor, configurando-se como um novo exemplo das observações primeiras da qual trata BACHELARD (1996).

Ao exporem propostas de estratégias, quatro estudantes sugeriram aumentar a quantidade de um ou mais reagentes para que a coloração fosse observada por mais tempo. Outros nove alunos explicaram seu raciocínio, quando foi possível detectar que os que acreditavam que os componentes se misturam e

se separam basearam-se nos óleos bi ou trifásicos comerciais⁷ que formam uma mistura homogênea logo após a agitação e cujos componentes se separam, quando em repouso. Uma estudante forneceu uma explicação que se associa à reversibilidade de uma reação química, porém, a utilização inadequada dos termos científicos inviabiliza determinar se ela de fato compreende o fenômeno dessa maneira. Assim, para a hipótese ela sugere:

Como esta mistura com estes componentes é mais denso que a água, quando ela é agitada a água e esta mistura acaba formando aquela cor azul que é causada pelo azul de metileno.

E no espaço para elaboração de estratégias, ela acrescenta:

É a junção desses materiais faz com que seja uma reação química, porque é um reagente dos produtos (átomos) e quando ela se descansa (sic) ela volta ao seu estado normal.

Ao mesmo tempo em que a dificuldade na assimilação dos conceitos inviabilizava a discussão coletiva como o planejado inicialmente, ficou explícito como os problemas investigativos nesta escola se tornaram úteis para despertar o interesse dos estudantes para aprender. Assim, o espaço tornou-se rico para o ensino de conceitos, como transformação química e sua reversibilidade, pois se contava agora com o interesse e a atenção dos estudantes em compreender o fenômeno apresentado.

Exceto por um estudante que não fez a tarefa, e uma aluna que explicou não ter utilizado qualquer raciocínio porque não entendeu o porquê da mudança de coloração, os estudantes explicaram seu raciocínio, somente retomando a hipótese que haviam criado.

5.1.2.6. 6ª Investigação

A última atividade de investigação foi completada por apenas cinco estudantes e referia-se a compreender por que a água apaga o fogo.

Novamente, nenhuma hipótese elaborada pode ser considerada como coerente e ainda evidenciam as limitações conceituais dos estudantes. Assim, eles sugeriram que a água apaga o fogo porque as moléculas deste são

⁷ Óleos hidratantes comercializados como misturas heterogêneas com duas ou três fases. Eles devem ser agitados para homogeneização provisória para ser utilizado.

quentes e as daquela são frias; porque a água não contém as moléculas que o álcool e a gasolina contêm e, porque a água contém hidrogênio e este apaga o fogo. Outras duas respostas estão ilustradas a seguir:

Porque a energia armazenada na água é diferente do fogo e quando joga a água atrapalha as energias do fogo e faz o fogo apagar assim faz também a água aquecer e evaporar.

A água apaga o fogo, pois ao entrar em contato os reagentes da água com os reagentes da combustão ocorre uma transformação, ou seja, tudo se transforma apenas em vapor.

Novamente, as estudantes seguiram explicando seu raciocínio, no espaço destinado à elaboração de estratégias, quando então foi possível compreender melhor a primeira hipótese transcrita acima. A estudante explica que a água utiliza a energia do fogo para evaporar e assim ele apaga. Ela denomina este processo como sendo uma transformação química.

Em relação ao raciocínio utilizado, uma não completou a questão e outras três estudantes esclareceram que pensaram em algo pegando fogo. Destaca-se a resposta abaixo, em que a estudante demonstra que imergiu no problema e buscou desenvolver um raciocínio corroborando a defesa de que as estudantes refletiram sobre o fenômeno, mas as limitações conceituais a impediram de elaborar hipóteses coerentes:

Eu pensei nas moléculas, nos elementos e nas reações químicas, pensei nas quantidades necessárias de água e fogo para que houvesse uma reação.

5.1.3. Escola “C”

5.1.3.1. 1ª Investigação

A primeira investigação aplicada foi a mesma das Escolas “A” e “B”, a do estudo dos gêiseres. Nesta primeira atividade, 28 estudantes devolveram a folha da atividade de investigação.

As hipóteses produzidas foram enquadradas em duas categorias – explicações coerentes e pouco coerentes. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.7.

QUADRO 5.7. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	12	<p>“A lava dos vulcões esquentam (sic) a água que encontra-se a nível subterrâneo que faz pressão, causando uma explosão.”</p> <p>“A água que fica nas cavidades subterrâneas sofre pressão em determinados intervalos de tempo, por causa da alta temperatura devido a estar em região vulcânica, e a água e o vapor saem em alta velocidade por causa da alta pressão que é diretamente proporcional à temperatura”.</p>
b) hipóteses pouco coerentes	13	<p>“A água que vem debaixo (sic) está muito quente e precisa sair então ela sai pela terra num intervalo”.</p> <p>“A pressão da água subterrânea vai aumentando e quando chega a um limite a água jorra para cima”.</p>
c) hipóteses não coerentes	3	<p>“Acho que a pressão atmosférica influencia na ocorrência desse fenômeno. Já que é um acontecimento regular, acredito que ocorre quando a pressão do ar sob o solo está numa devida temperatura e isso se repete regularmente pois a pressão é a mesma. Fora que (sic) no interior da Terra é quente e por isso a água sai assim”.</p>

As hipóteses avaliadas como pouco coerentes foram aquelas que consideraram apenas temperatura ou apenas pressão para explicarem o fenômeno, demonstrando uma concepção incompleta, ao não reconhecerem a interdependência das duas variáveis. Já as hipóteses não coerentes foram aquelas, cuja proposta do aluno não foi possível compreender, ou, então, as que não relacionaram as variáveis de maneira adequada.

Com relação à elaboração de estratégias para validar a hipótese, oito estudantes não responderam a questão ou escreveram simplesmente “medir a temperatura e a pressão” não esclarecendo como se faria a medição. Dez

estudantes explicaram o raciocínio desenvolvido ou ratificaram sua proposta com elementos teóricos, como exemplificados a seguir:

Pensei a respeito dos valores de pressão e temperatura da Terra e na sua superfície; e na panela de pressão.

Variação de temperatura acontece se a água do subsolo está mesmo (sic) ou mais distante da lava. Se a água estiver mais quente mais pressão irá ter.

Dos dez estudantes que, efetivamente, sugeriram procedimentos para verificar a coerência da hipótese, cinco citaram o uso do termômetro, mas apenas uma propôs a medida de pressão através do levantamento da quantidade de água que sai da fenda e a altura que o jato alcança. As outras seis respostas pautaram-se em maneiras de estudar melhor o fenômeno dos gêiseres as quais foram: um equipamento que meça a massa e a velocidade da água liberada; localizar os diferentes gêiseres e compará-los, para assim descobrir o que aquece a água abaixo da terra e observar o horário e a pressão de cada jato para comparações.

Exceto por dois estudantes que não responderam, foram encontrados dois diferentes tipos de explicação para o raciocínio que empregaram. O primeiro deles, observado em catorze atividades, fornecia explicações sobre as questões anteriores. Outros doze estudantes esclareceram que fizeram uso de raciocínio lógico, utilizaram as pistas para chegar às conclusões ou, ainda, pensaram em situações análogas ou em conceitos para elaborarem suas propostas. Um exemplo de cada categoria de raciocínio está transcrito abaixo:

A pressão interna é maior que a externa, e sua temperatura também, ao aumentar o gás quer sair de qualquer jeito (agitação das partículas).

Eu pensei que quando cai uma garrafa de refrigerante no chão, ela explode, porque aumenta a pressão interna.

É interessante notar que, apesar de o número elevado de folhas devolvidas ter sido percentualmente bem maior que nas outras escolas, é possível notar diversas respostas parecidas. Na semana em que a discussão coletiva foi

realizada, os alunos questionaram se a atividade valeria nota e mostraram-se decepcionados ao receberem a resposta negativa. Alguns desses alunos não mais participaram do projeto e outros poucos retornaram apenas no seu final. Pode-se supor, em relação a esses últimos, que o interesse pela proposta do projeto tenha sido despertado ao longo da sua aplicação.

5.1.3.2. 2ª Investigação

Assim como nas outras escolas, a segunda atividade tratou do assunto de como obter, a partir de uma mistura, os gases nitrogênio e oxigênio em frascos separados. Talvez pelo desapontamento indicado anteriormente, o número de folhas de atividades devolvidas caiu para treze, mantendo-se, entretanto, percentualmente superior ao das escolas públicas.

A maior parte das estratégias elaboradas foi coerente. As propostas dos estudantes variaram apenas pelo maior ou menor grau de detalhes nas respostas, mas todos sugeriram a destilação ou a liquefação fracionada. As outras respostas foram consideradas pouco coerentes porque não explicaram suficientemente o procedimento para que os gases fossem obtidos em frascos separados. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.8

É interessante notar que, por se tratar de uma investigação do tipo 2, esse problema permitiria mais de uma estratégia coerente. Todavia, os estudantes apresentaram apenas um tipo de solução para a separação dos gases, que seria através da mudança dos estados físicos, um tema trabalhado em aula. Ao serem questionados sobre a possibilidade de “peneirar o ar” os estudantes não se surpreenderam e não se mostraram curiosos para conhecer essa estratégia alternativa.

No que diz respeito ao raciocínio utilizado, uma estudante, que havia sugerido um equipamento que separasse os gases, explicou:

Na verdade, eu não usei raciocínio nenhum, não faço a mínima idéia de como faz isso. Não sei nem o que é esse diagrama de não sei o que lá, perdi essa aula, porque o médico mandou eu ficar em casa, ainda tenho que correr atrás dessa matéria.

QUADRO 5.8. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das estratégias elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) estratégias coerentes	10	<p>“O oxigênio e o nitrogênio têm ponto de ebulição diferente. Primeiro a mistura gasosa deve ser liquefeita através da diminuição da temperatura e aumento da pressão. Após a liquefação, a mistura deve se submeter a uma destilação fracionada onde o gás que tiver o ponto de ebulição menor (o nitrogênio) irá se separar do outro primeiro.”</p> <p>“Você poderia usar um método de ebulição pois os dois tem (sic) diferentes temperaturas. Você pegaria dois recipientes e algo para conseguir fazer uma condensação, algo como um plástico, uma lona...”</p>
b) estratégias pouco coerentes	3	<p>“Esfriar a temperatura do ambiente até que os gases se tornem líquido”.</p> <p>“É necessário um equipamento que capta os gases do ar atmosférico, e sabendo o ‘comportamento’ de cada um, utilizar a separação de misturas para gases”.</p>

Além de ilustrar a consciência que os estudantes da classe média têm de que sua responsabilidade é a de estudar para cultivarem a herança cultural, conforme aponta CHARLOT (2005), ao reconhecer que deve “correr atrás dessa matéria”, a aluna demonstra ainda não ter compreendido o objetivo do projeto. Uma vez que “perdeu” a aula sobre separação de misturas ela não se aventurou a buscar uma solução para o problema já que, mesmo sem saber, ela dispunha dos conceitos científicos necessários para sugerir uma proposta.

Os outros estudantes esclareceram seu raciocínio através da explicação fornecida anteriormente como exemplificado a seguir:

Eles são gases e tem ponto de ebulição diferente então dá pra separar.

Raciocinei que o nitrogênio e o oxigênio são gases (sua temperatura ambiente) e portanto podem ser transformados em líquido e separado. Usaria a liquefação fracionada.

5.1.3.3. 3ª Investigação

A terceira investigação é a mesma do último problema trabalhado com os estudantes das escolas públicas que é a de compreender por que a água apaga o fogo, e foi realizada por doze estudantes.

As hipóteses elaboradas foram categorizadas entre coerentes, pouco coerentes e não coerentes. A frequência e os exemplos para cada categoria estão presentes no Quadro 5.9.

QUADRO 5.9. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	6	“O fogo é produto de uma reação química (combustível, oxigênio e calor), mas para essa reação ocorrer, os reagentes (sic) precisam estar em contato entre si. Quando jogamos água no fogo, ela acaba separando os reagentes desfazendo a reação e apagando o fogo, porém nem sempre a água será útil.” “A água ao entrar em contato com o fogo, absorve calor e se transforma em vapor. Esse vapor se dispersa entre as moléculas de oxigênio do ar, diminuindo ainda mais o fogo”.
b) hipóteses pouco coerentes	3	“O oxigênio faz uma ligação com o hidrogênio impedindo-o de virar um combustível. E para a água entrar no estado gasoso ela necessita roubar energia que no caso seria do fogo, aí ela consegue apagar o fogo”.
c) hipóteses não coerentes	3	“Usamos água para apagar o fogo porque ele não contém reagentes, então isso faz com que ele se torne neutro quando usado para apagar algum incêndio. Por isso, ela tem essa diferença entre as outras substâncias que contém (sic) combustíveis”.

Há de se ressaltar que apenas uma resposta apresentou ambos os fatores que contribuem para que a água apague o fogo: impedir o contato dos

reagentes combustível e oxigênio e utilizar a energia necessária para a perpetuação da reação para passar para o estado gasoso. Das explicações coerentes, metade foi entregue atrasada, uma semana após a discussão coletiva quando ocorria a construção de consenso.

Foram consideradas hipóteses pouco coerentes aquelas que se referiram ao fato de a água absorver energia liberada na combustão, mas não explicaram por que isso acarretaria o fim da reação. Como esta informação estava presente em uma das pistas – “Pense sobre o fato de que a água é uma substância que possui alto calor de vaporização, isso significa que a água precisa absorver grande quantidade de energia para passar para o estado gasoso” – indicar este fator sem explicá-lo, não implica, necessariamente, que o estudante tivesse desenvolvido um raciocínio próprio e, assim, a resposta foi considerada pouco coerente.

Já as hipóteses não coerentes referiram-se a conceitos científicos de maneira equivocada como, por exemplo, que a molécula de água “cancela” as moléculas do fogo ou então aquelas explicações que não solucionam realmente o problema, por se referirem ao fato de a água ser considerada solvente universal.

Em relação à sugestão de estratégias para verificar a validade da hipótese, três estudantes não responderam a questão; três explicaram novamente a solução proposta; outros três sugeriram simular o processo de combustão e observá-lo. Somente três estudantes parecem ter proposto estratégias tal como solicitado. Dois deles escreveram “*ver a densidade do combustível*” e outra: “*Colocar uma vela onde só tivesse água sem ar e ver o que acontece*”. Estas sugestões apenas puderam ser compreendidas com a explicação de seus raciocínios que seriam respectivamente: “*O combustível é mais denso que a água e a água impede a passagem do O₂*” e “*P/ ver se sem ar a vela consegue se manter só a partir da água*”.

Além desses raciocínios, três estudantes não explicitaram como chegaram às respostas, outros dois explicaram a hipótese novamente e quatro estudantes esclareceram que pensaram nos reagentes necessários, nas pistas e/ou nos bombeiros. Provavelmente, os bombeiros devem ter ido à escola em anos anteriores e explicado o processo de extinção de uma combustão.

5.1.3.4. 4ª Investigação

O quarto problema referente à obtenção de substâncias metálicas a partir de seus minérios foi proposto tal qual a quinta investigação da Escola “A”. Nesta atividade, apenas cinco estudantes devolveram a folha de respostas na semana seguinte. A queda drástica de devoluções da investigação anterior para esta pode ser explicada pela proximidade do final do bimestre, quando há acúmulo de provas e trabalhos para serem entregues. Como explicou o professor dessa escola, os estudantes priorizam as atividades que refletem diretamente em suas notas escolares.

Três estudantes elaboraram estratégias coerentes, pois utilizaram corretamente os conceitos aprendidos, as pistas ou pesquisas na internet para oferecerem um procedimento coeso. As três propostas foram bastante diferentes entre si. Em uma delas o estudante utilizou os conceitos aprendidos nas aulas de Química e apresentou algo que se aproxima da eletrólise, em um raciocínio interessante:

Para separar o oxigênio e o ferro você pode acrescentar $2e^-$ no oxigênio e retirar $4e^-$ do ferro, ambos da camada de valência. Assim os dois não precisarão trocar elétrons e irão se separar. Para separar o cobre do enxofre você pode acrescentar $2e^-$ no S e retirar $7e^-$ da camada de valência do Cu, assim ambos não precisarão trocar e^- e irão se separar.

Outro estudante pesquisou a solução desse problema integralmente na internet, indicando as equações químicas e os processos envolvidos. Entretanto, este estudante, que foi entrevistado após as discussões coletivas demonstrou dificuldade para explicar aqueles processos e considerou a atividade difícil. A terceira proposta coerente, apesar de não identificar qual substância “roubaria” o oxigênio do minério, utilizou as pistas para criar uma sugestão razoável:

Poderíamos esquentar os minérios para deixá-lo líquido em um recipiente. Depois colocar uma substância que roube o oxigênio do ferro, alumínio e do cobre. Logo essa nova substância era colocada no fogo evaporando e deixando os metais sem oxigênio.

Das duas propostas categorizadas como pouco coerentes uma delas foi baseada nas informações presentes na internet; no entanto, a dificuldade de compreensão das informações contidas na fonte impediu que o raciocínio apresentado fosse adequado. A outra resposta, observando-se também a explicação do raciocínio utilizado, foi uma tentativa de explicar os processos de óxido-redução, porém, não foi feito de maneira satisfatória:

Colocar o elemento (sic) Fe_2O_3 no seu 'estado normal' Fe e O. Para isso aumentamos sua energia (damos energia ao Fe_2O_3). Ou podemos colocá-lo na água para facilitar a separação.

Em relação ao raciocínio empregado, dois estudantes explicaram a estratégia sugerida a partir da possibilidade de fornecer e retirar elétrons para tornar os elementos químicos nobres. Os outros esclareceram os conceitos químicos que utilizaram tais como a evaporação, a energia e as reações químicas.

5.1.3.5. 5ª Investigação

A quinta investigação tal como nas escolas públicas foi aplicada no retorno das aulas no segundo semestre, e abordava a identificação dos gases provenientes da eletrólise da água. Enquanto observavam o experimento de eletrólise, os estudantes chamavam os professores para tirar dúvidas. Em todas as escolas, e em várias investigações os alunos perguntavam aos professores qual era a “resposta” ao problema ou se a sua explicação estava “correta”. Os estudantes eram, então, lembrados de que eles estavam simulando a rotina de trabalho dos cientistas e, portanto, eles é que deveriam propor uma hipótese para, coletivamente, a turma analisar a sua pertinência. Entretanto, nesta atividade, quando questionado, o professor interferiu fornecendo “a resposta”, esclarecendo quais eram os produtos da eletrólise da água e o porquê de observar-se maior quantidade de bolhas em um cilindro do que em outro. Este comportamento, não detectado entre as professoras das escolas públicas, exhibe o hábito instrucionista discutido por DEMO (2007).

As hipóteses produzidas foram enquadradas sob os mesmos critérios empregados nas outras escolas gerando três categorias – explicações coerentes, pouco coerentes e não coerentes. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.10.

QUADRO 5.10. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	6	<p>“Ao fornecer energia à água, ocorreu uma reação química que acabou por separando (sic) os reagentes da água, e transformando-os em gases H₂ e O₂.”</p> <p>“A pilha dá energia para a formação de oxigênio, que se junta à molécula de H₂O, formando a água oxigenada H₂O₂, liberando as bolinhas de O₂ que se misturam com a água.”</p>
b) hipóteses pouco coerentes	3	<p>“Com a energia elétrica gerada pela pilha se tem uma reação entre H₂O e a eletricidade. Liberando gás hidrogênio.”</p>
c) hipóteses não coerentes	6	<p>“No recipiente contem 2 cilindros que contem H₂ e O₂. Ao ligar a pilha a energia se transfere haverá uma quebra entre H₂ e O₂ e H₂O formando bolhas.”</p> <p>“A pilha libera íons negativos e positivos de H juntando com o H da água formando gases como O₂.”</p>

Como ocorreu também para alunos de outras escolas, as hipóteses consideradas coerentes foram as explicações que identificavam os gases e respeitavam a conservação da matéria.

As explicações enquadradas como pouco coerentes elucidavam parcialmente o problema, julgando a formação de apenas um dos gases (hidrogênio ou oxigênio) ou indicando simplesmente que “*a energia elétrica quebra a ligação da água*”. Já as hipóteses não coerentes não permitiram compreender a proposta do estudante para verificar se o raciocínio era coeso, mesmo que não concordante com o modelo científico ou, então, pautavam-se em conceitos equivocados, tal como exemplificado no Quadro 5.10.

Apenas dois estudantes sugeriram estratégias para verificar a validade da hipótese elaborada, entretanto, as propostas não levariam de fato à apuração pretendida:

Pesar água colocar em recipiente, feito isso aquecer no fogão.

O hidrogênio não é um combustível, por isso, não tem nada para gerar fogo, até mesmo porque não há faísca, e que para haver fogo, é necessário uma faísca.

Ao explicarem o raciocínio empregado, o primeiro aluno justificou a estratégia, afirmando que quando aquece água em sua casa, ele observa o mesmo fenômeno observado no experimento. O outro apontou que, ao gerar uma faísca, nenhum combustível será detectado e, portanto, o único produto desta reação química seria, assim, o gás oxigênio.

Os outros estudantes explicaram seu raciocínio afirmando, por exemplo, que os produtos da eletrólise eram hidrogênio e oxigênio, porque esses são os únicos elementos que compõem a água. Da explicação de uma estudante que havia sugerido a formação de água oxigenada, verifica-se uma concepção alternativa sobre o produto da ebulição da água, também observado em estudantes das escolas públicas:

Quando a água é fervida, ela muda de estado, virando vapor de água, liberando O_2 . Portanto, quando se dá energia para a água, ela libera O_2 . Com o equipamento, esse O_2 liberado se junta à água formando H_2O_2 .

Cinco estudantes não explicaram o raciocínio utilizado talvez porque o fizeram no espaço destinado à elaboração de estratégias. Os outros esclareceram que chegaram às conclusões apresentadas, observando o experimento, pensando sobre a composição da água e nas consequências da aplicação de energia a um sistema.

5.1.3.6. 6ª Investigação

Na sexta atividade de investigação, solicitava-se uma explicação para o fato de o cheiro ser sentido a longas distâncias mesmo na ausência de vento. O professor considerou importante que ela fosse alocada próxima ao final do período letivo para que os estudantes já tivessem estudado o tema 'ligações químicas'. A folha de atividades foi devolvida por nove estudantes.

As explicações que os estudantes elaboraram foram divididas em três categorias: a) hipóteses coerentes: as quais cumpriram o que foi solicitado no

enunciado, mesmo com frases bastante sucintas; b) hipóteses pouco coerentes: quando algum termo não foi utilizado adequadamente comprometendo a compreensão da idéia do estudante; c) hipóteses não coerentes: aquelas respostas que estavam relacionadas a como o corpo humano sente cheiros ou que não se referiram corretamente aos conceitos químicos. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.11.

QUADRO 5.11. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses coerentes	5	<p>“O cheiro se propaga pois os átomos se espalham pelo meio.”</p> <p>“Mesmo sem vento, as moléculas de ar se movem sem parar, fazendo uma parte do ar ficar mais quente. E essa massa de ar quente tende a mudar de posição com o de ar mais frio, misturando as massas e levando o cheiro pra longe da matéria.”</p>
b) hipóteses pouco coerentes	2	<p>“As moléculas de água evaporam e se movem pelo ar, mesmo com a ausência de vento onde os sensores do nosso nariz captam essas moléculas”.</p>
c) hipóteses não coerentes	2	<p>“Talvez sejam feitas inúmeras ligações até o cheiro chegar até nós ou talvez exista alguma propriedade de expansão. Mas acho que existe alguma coisa que multiplique as moléculas”.</p>

Apenas um estudante não respondeu a questão que solicitava a elaboração de estratégias para verificar a validade da hipótese. Dois explicaram sua proposta a partir do que ocorre com misturas homogêneas ou a influência da temperatura na intensidade do odor sentido. Outro declarou que chegou à sua explicação a partir de pesquisas. Cinco estudantes sugeriram estratégias tal como solicitado, sendo que três deles recomendaram abrir um frasco de perfume no canto de uma sala para verificar que, algum tempo depois, o cheiro estaria por todo o ambiente. Nas estratégias de dois estudantes, há indícios de que as

partículas submicroscópicas podem ser visualizadas. A que propôs a hipótese do movimento das massas de ar indicou que fosse escolhida uma massa de ar (quente ou fria) e liberasse o “*cheiro em uma das camadas de ar*” para verificar, posteriormente, se a massa de ar escolhida se moveu. Outro aluno escreveu:

Colocam os átomos em um local com ‘espaço’ e vem a propagação.

No que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio utilizado, apenas uma estudante não o explicou. Os outros declararam ter utilizado os conhecimentos aprendidos nas aulas, de que os átomos se movimentam e que a temperatura influencia o processo. Os estudantes que sugeriram como o corpo humano sente cheiros, explicaram seu raciocínio por analogia ao comportamento do organismo para sentir dor.

5.1.3.7. 7ª Investigação

A última atividade de investigação referia-se a compreender por que há diferenças entre as substâncias grafite e diamante se ambas são formadas pelo mesmo elemento químico. A folha de atividades continha a seguinte informação:

“Sabemos que, por meio de ligação covalente, um átomo de carbono pode unir-se a outros átomos de carbono e formar diferentes espécies. Uma delas é a grafite, que é uma substância lamelar (em estrutura de lâminas), preta e de baixa dureza, sendo um material bastante quebradiço. Outra substância formada apenas por átomos de carbono é o diamante, uma das substâncias mais duras da natureza” (Apêndice 04).

A atividade foi realizada por dez estudantes que apresentaram apenas hipóteses pouco coerentes ou incoerentes. A frequência e os exemplos para cada categoria estão discriminados no Quadro 5.12.

QUADRO 5.12. – Categorias obtidas, frequência e exemplos das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

Categoria	Frequência	Exemplo
a) hipóteses pouco coerentes	7	<p>“A maneira que (sic) os átomos de carbono estão arrumados em cada molécula do diamante e do grafite, portanto o que difere um do outro é a maneira em que os átomos estão ligados. Podemos concluir que os átomos do diamante estão mais ligados mostrando maior dureza.”</p> <p>“O diamante e o (sic) grafite são compostos somente pelo carbono, mais o tipo de ligação que os carbonos fazem são diferentes, e suas quantidades também.”</p> <p>Apesar do (sic) grafite e do (sic) diamante serem compostos do mesmo elemento as estruturas de ambos são diferentes.”</p>
b) hipóteses não coerentes	3	<p>“Porque o diamante é natural e o grafite é uma produção, e na hora de produzir, a atração entre os átomos não é tão grande quanto a do diamante.”</p> <p>“Grafite e diamante são formados por carbono, mas a forma com que eles são ligados é diferente. O diamante são duas moléculas idênticas ligadas. Já o grafite são várias formando camadas que se ligam, e ao passar no papel vai ficando algumas camadas.”</p>

Compreenderam a categoria “hipóteses pouco coerentes” as respostas que não foram suficientemente claras para explicar o fenômeno, como o terceiro exemplo constante no Quadro 5.12, ou que ofereciam dupla interpretação. Este caso, presente em cinco folhas de atividades, pode ser discutido com base no primeiro exemplo do Quadro 5.12. O termo “a maneira que os átomos de carbono” pode remeter tanto ao arranjo espacial dos átomos de carbono – tridimensional no diamante e lamelar para a grafite, representando uma explicação coerente – quanto para os diferentes tipos de ligação química – tais como covalente ou iônica, ao que produziria uma hipótese incoerente. Ao mesmo tempo, o termo “estão mais ligados” pode se referir tanto a um maior número de ligações entre os átomos gerando uma estrutura mais rígida no caso do diamante – o que é

uma boa explicação – quanto à força de ligação entre os átomos e mostrando-se então uma explicação incoerente.

O mesmo ocorre para o segundo exemplo do Quadro 5.12. Nele, o termo “tipo de ligação” permite dupla interpretação, discutido anteriormente, assim como a expressão “e suas quantidades”. Os estudantes podem ter pensando tanto no número de ligações possíveis do átomo de carbono, o que é incoerente, já que naquele momento do ano letivo os estudantes já aprenderam que o carbono é tetravalente, ou na diferença no número de ligantes dos átomos de carbono em uma ou em outra substância. Esta interpretação já conduz a uma boa hipótese uma vez que, na grafite os átomos de carbono estão ligados a outros três enquanto que no diamante o número de ligantes para cada carbono é quatro.

Já as respostas consideradas “não coerentes” foram aquelas que atribuíram a diferença de dureza pelo fato de o diamante ser natural e a grafite artificial o que influenciaria na atração entre os átomos. Outro aluno forneceu uma explicação que leva ao entendimento de que a grafite deveria ser mais dura do que o diamante pelo número de ligações em uma e em outro material. Como transcrito no último exemplo do Quadro 5.12, ele sugere que, enquanto o diamante possui apenas “*duas moléculas ligadas*”, a grafite representa várias camadas ligadas entre si.

Apesar de não conseguirem formular hipóteses coerentes, os estudantes explicaram, na discussão coletiva, que já fora trabalhado o conceito de alotropia em aula, sendo grafite/diamante um exemplo clássico desse conceito. Entretanto, este é um novo indicativo de que o professor procurou alocar a investigação após o conceito em si já ter sido ensinado, quando, então, esta atividade se transformou em um exercício escolar tradicional. Pode-se dizer que isso compromete o fato de que os estudantes elaborem hipóteses ou outras possibilidades de respostas, visto que o tema já fora trabalhado. A atividade teria seu potencial aumentado se fosse inserida após os conceitos necessários para sua solução, mas antes do ensino de alotropia.

Apenas quatro estudantes sugeriram estratégias para estudar a diferença de dureza das substâncias em questão sendo estas: tentar quebrar cada um, por exemplo, jogando no chão; atritar as amostras contra uma superfície e estudar as propriedades físicas e químicas do grafite e do diamante, por exemplo, observando a estrutura molecular deles. Os outros estudantes explicaram seu

raciocínio ou sua hipótese. Nesse caso, chama a atenção a ideia de um aluno que considera que o ser humano não consegue reproduzir alguma substância encontrada na natureza, apesar de esta ser uma das principais atividades do químico:

O diamante é natural, quando tentar copiar sua fórmula, não consegue, porque a atração dos átomos não fica tão intensa.

Finalmente, com relação ao raciocínio empregado, as respostas concentraram-se em explicar a hipótese proposta ou a fornecer mais dados sobre o problema como, por exemplo, de que em altas temperatura e pressão a grafite pode converter-se em diamante. Ou, então, esclareceram ter utilizado a lógica, feito pesquisa ou lembraram-se das aulas para responder a atividade.

5.2. As condições para a formação do espírito científico

A aceitação e a atuação dos estudantes em relação ao projeto remetem a distintos perfis para a escola pública e a particular. Desta constatação é possível indicar as condições necessárias para a formação do espírito científico, a partir de dois parâmetros: o domínio de conceitos científicos e a disposição para a imersão em problemas de investigação.

5.2.1. Nas escolas públicas

Os estudantes das escolas públicas apresentam baixo aproveitamento em relação à apropriação de conceitos científicos. Isso pode ser constatado neste trabalho por meio do baixo percentual de acerto da questão 6 do QF e na dificuldade dos estudantes em utilizar conceitos e termos científicos para formularem suas hipóteses.

Também a literatura aponta estas deficiências e reflete sobre as possíveis causas desta situação. Além do instrucionismo, comum a ambas as instituições de ensino, DEMO (2007) atribui o baixo desempenho da escola pública à implantação dos ciclos e da progressão continuada e ao apoio familiar deficiente. Essas questões prejudicam o trabalho do professor que sente dificuldade em atrair a atenção dos estudantes, já que a aprovação é, na maioria

das vezes, algo certo. Já CHARLOT (2005) explica que a cultura das famílias de periferias de reconhecerem o diploma, mas não necessariamente o conhecimento, como a chave para uma vida digna, não propicia uma relação prazerosa com o saber. TAPIA e FITA (2006) defendem, ainda, que a escola pública, de uma maneira geral, não apresenta aos estudantes uma perspectiva de futuro na qual o conhecimento seja peça-chave.

As dificuldades encontradas e relatadas pelas professoras para trabalhar o conteúdo prejudica, inclusive, os estudantes que possuem a predisposição para o aprendizado. Dessa maneira, os alunos das escolas públicas que participaram ativamente do projeto devolvendo as folhas de atividades de investigação, apesar de demonstrarem seus esforços em realizá-las, deparavam-se com severas dificuldades conceituais.

Para exemplificar, os estudantes das Escolas “A” e “B” sugeriram em número maior hipóteses e estratégias que envolviam identificar os átomos com um microscópio, “derreter”, “moer” e “pintar os átomos, etc como relatado no capítulo 4. Algumas vezes, as entrevistas realizadas após a discussão coletiva eram mais um espaço para explicar conceitos ou o fenômeno proposto, do que para levantar as hipóteses elaboradas e as impressões dos alunos sobre o projeto, como exemplificado no item 4.2.1 com as estudantes Fabíola e Maíra da Escola “B”.

Ao mesmo tempo, essa configuração possibilita que os estudantes usufruam de maior liberdade de pensamento. Ao não serem cobrados tão intensamente para alcançarem os índices de acerto e de performance que logram as escolas particulares, os estudantes que se identificaram com o projeto puderam pensar livremente em hipóteses e estratégias que não necessariamente nasceram dos conteúdos trabalhados tradicionalmente nas escolas. Assim, em alguns dos estudantes que devolveram as folhas de atividades com assiduidade, foi possível verificar que os alunos pensaram, refletiram e desenvolveram propostas de raciocínio interessantes, apesar de construídas sob equívocos conceituais. Assim, para ilustrar, a seguir, no Quadro 5.13, é apresentada a sequência das respostas de uma estudante da Escola “A”:

QUADRO 5.13. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “A” para as investigações de que participou.

Investigação	Resposta
2 ^a	“1 = congelar (abaixar a temperatura) e depois aumentar a temperatura, cada um dos gases tem o seu tempo de ebulição; um vai derreter primeiro, e o outro depois, assim separando as partículas. 2 = penejar (sic) o ar”.
4 ^a	Explicação - “Uma pilha é um íon positivo e a outra o negativo. Estava dividido, O ₂ de um lado e H de outro. O que mais borbulhou foi O ₂ que aumenta a energia”. Estratégia - “Dividir a água: nós colocamos de um lado o oxigênio e do outro, o hidrogênio. Esses são reagentes. Aplicamos eletricidade ou outra forma de energia. Aquela que se destacar melhor é a resposta da aula anterior”.
5 ^a	“Alguma forma de energia (como o experimento da aula passada, onde, de um lado se encontrava mais O ₂ e do outro lado, mais H). Assim dessa mesma forma, separar (sic) esses átomos”.
6 ^a	Explicação - “A água necessita de calor para se transformar no estado gasoso. Como o fogo é uma altíssima fonte de calor, a água se alimenta dele para se transformar em gasoso. Por isso, que quando apagamos um incêndio, não vemos mais aquelas chamas e nem aquela água usada para apagar”. Estratégia - “A água é formada por 3 átomos: 2 Hidrogênios e 1 Oxigênio (H ₂ O). O oxigênio da água atrai o fogo e o hidrogênio detém sua energia, pois os n ^{os} de átomos de hidrogênio é maior do que de oxigênio. O calor do fogo esquentava a água mais rápido, assim fazendo ela (sic) evaporar rapidamente. Por isso que quando tocamos água no fogo, faz aquele barulho e solta fumaça”.

Na sequência anterior pode-se inferir que, na primeira atividade de que a estudante participou, provavelmente ela se utilizou dos conceitos de mudança de estados físicos ou consultou algum colega de outra turma para sugerir “penejar o ar”. Nas duas investigações seguintes, a estudante passou a propor estratégias de verificação da hipótese e de solução do problema que, embora incompletas ou pouco claras, revelam tentativas próprias de

entendimento. Na última atividade, chama a atenção o raciocínio apresentado para o motivo de a água apagar o fogo. Embora em um suporte animista, a aluna elabora uma explicação de por que a água apaga o fogo se ela contém “o elemento que alimenta a chama”, uma dúvida recorrente entre os estudantes. Assim, pode-se dizer que a estudante imerge e reflete sobre o problema proposto, cumprindo o objetivo do projeto.

Outro exemplo de aprimoramento das respostas produzidas é apresentado abaixo no Quadro 5.14:

QUADRO 5.14. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “A” para as investigações de que participou.

Investigação	Resposta
1 ^a	<p>Explicação - “Acredito que a água debaixo da terra, está tão quente que atinge o ponto de fusão em que a água se transforma em vapor. A pressão é tão grande que libera esse vapor por jatos altos”.</p> <p>Estratégia - “A temperatura a gente sente externa como se fosse a luz do sol ou ficar perto de uma fogueira ou próximo de um forno. A pressão a gente não sente calor porém tem temperatura quente mais (sic) a gente não sente, porque é interna como uma panela de pressão”.</p>
2 ^a	<p>“Podemos colocar um frasco os dois gases. E colocar em um frizzer (sic) que a temperatura do frezzer (sic) atingir o ponto de sublimação do nitrogênio assim ele está no estado sólido o nitrogênio, e o que ficou e o oxigênio que possível (sic) ficou no estado liquido, assim podemos separar”.</p>
3 ^a	<p>“Se for pensa que os átomos e moléculas se movimenta (sic). Minha opinião e que eles se mistura com o oxigênio que mesmo não tendo vento se movimenta. Acredito também que a temperatura tem avê (sic) pois sentimos em distancia (sic) algo que pegou fogo. Ou uma sopa que ta sendo preparada aquele vapor subindo para o ar”.</p>
4 ^a	<p>Explicação - “Um dos tubos ficou com menos água, acreditado com a pressão do ‘gase’ (sic) e também acredito por esta bolinhas dentro da água e o oxigênio. Uma decomposição da água”.</p> <p>Estratégia - “Sei que existe um equipamento para verificar. Mais (sic) usaremos a aula de quimica (sic) e as pistas. As fontes de</p>

energia quebram as partículas fazendo uma decomposição da água separando os gases oxigênio e o hidrogênio”.

5^a “Pensando na pista 1, que a energia é a importante para quebrar as moléculas. No caso dos átomos de ferro e de oxigênio colocando essa mistura em um fogo quente (sic) sabendo que o oxigênio é um gás e o que ainda fica sua a matéria ferro. Uma hipótese enxofre faz lembrar em fogo. Minha opinião essa molécula pegara mais rápido (sic) o fogo. Podemos congelar sabendo que o ponto de fusão é diferente”.

6^a Explicação - “Quando algo está (sic) pegando fogo, e a água entra em contato ocorre uma grande fusão, uma transformação, quando as moléculas de água entram (sic) com as moléculas que o fogo está (sic) gerando, fazendo assim uma evaporação, e subindo pelos ares, ficando só as cinzas geradas (sic) pelo fogo com contato com materiais”.

“Com cuidado, fazendo uma fogueira. E em seguida lança um balde água (sic), vendo que ocorre uma transformação na hora, vendo que a água precisa do fogo para entrar em vaporização (sic). Depende também da quantidade da água (sic) e o nível do fogo”.

Nessa sequência de respostas, pode-se observar, inicialmente, a dificuldade que a estudante apresenta em utilizar corretamente alguns termos científicos e até mesmo em escrever sentenças adequadas do ponto de vista gramatical.

Ao mesmo tempo, dados os seus depoimentos nas entrevistas de acompanhamento e final, as suas propostas não foram extraídas da internet ou de livros didáticos. Assim, ela elabora hipóteses e estratégias que conduzem a uma boa explicação para o problema e ainda especula sobre outros aspectos do fenômeno em questão. Como, por exemplo, a influência da temperatura na difusão dos gases na terceira atividade ou a diminuição do nível da água durante a eletrólise. Como solicitado, ela também elaborava novas perguntas que permitiriam continuar explorando o problema.

A estudante explicou, em seus relatos, que pensava nesses problemas enquanto se deslocava para o trabalho e para a escola, ou quando tinha outro tempo livre. Observa-se, então, sua motivação intrínseca para o aprendizado e para as ciências de que tratam TAPIA e FITA (2006). Porém, tal como outros estudantes, ela ressalta em sua entrevista final a necessidade da

inserção de atividades diferentes, para que a aula não se restrinja à exposição em lousa o que, segundo ela, não a incentiva efetivamente a estudar.

Ainda sobre a disposição para a imersão em problemas de investigação, alguns estudantes entrevistados revelaram que pensavam a respeito dos fenômenos e gostavam deste processo de reflexão. Como explica BACHELARD (1996), o processo de desenvolvimento do espírito científico requer tempo e paciência para que ocorra a desobstrução do espírito, o que não é fácil, mas pode conduzir a uma atividade prazerosa. É possível verificar ter sido mais recorrente, entre os estudantes das escolas públicas, aqueles que se esforçaram para pensar sozinhos nas respostas. Alguns explicaram que começaram pesquisando na internet, mas com o tempo resolveram elaborar as hipóteses por conta própria. Abaixo seguem trechos da entrevista com estudantes das Escolas “A” e “B”:

Aluna 15: Eu tentei não mexer muito na internet não, eu queria pensar mais. É bom pensar as coisas, comecei a pensar, comecei a pedir opinião dos outros sabe, pra compartilhar opinião. Como é meio difícil né pros outros dar uma opinião certa, não é aquilo que você tá querendo, eu tentei fazer as coisas mais sozinha.

Entrevistadora: Quanto tempo você levava para responder, neste processo de pensar, de perguntar para as pessoas?

Aluna 15: Olha, um dia. Pra ficar pensando. Eu pensava até concluir, até chegar numa conclusão. Então um dia, umas mais, depende (Aluna 15, Escola “A”, Turma A3).

Aluna 3: Então, primeiro assim eu não utilizava a internet né aí eu pegava e... tudo que tinha explicado em aula eu ficava pensando em casa, como eu poderia fazer, como eu poderia chegar a esse resultado. Aí eu ficava pensando e depois eu elaborava. Eu demorava um pouco pra responder, não respondia rápido não! Ficava pensando bastante antes de eu escrever, eu tinha medo, queria escrever uma coisa que tinha que sair bacana. Então ficava pensando bastante antes de escrever.

Entrevistadora: Quanto tempo em média você levava para fazer as atividades?

Aluna 3: Bom, no começo eu levava umas duas horas [riso]. Eu ficava pensando, eu queria saber né alguma... queria colocar pesquisa assim, fazer para ver se era mesmo, o resultado dava em casa também. Então levava mais ou menos umas duas horas. Daí nas últimas eu fui pegando e fui fazendo acho que em uma hora (Aluna 3, Escola “B”, Turma B4).

5.2.2. Na escola particular

O ambiente propiciado pela escola particular para os alunos participarem das atividades de investigação é diferente da pública. A descrição do retrato da Escola “C” inicia-se na escolha, pelo professor, das atividades a serem propostas e da ordem nas quais as mesmas seriam distribuídas aos estudantes. Como discutido anteriormente, o professor foi informado sobre a importância de terem sido trabalhados os conceitos prévios, mas não os temas da investigação em si. Entretanto, sempre que possível, o professor tomou o cuidado de ordenar as atividades de modo que elas fossem apresentadas aos estudantes após o ensino “das respostas desses problemas”. Foi o que ocorreu com a segunda, a sétima e, provavelmente, com a sexta atividade de investigação.

Chama a atenção também a postura do professor, no desenvolvimento da quinta atividade descrita no item 5.1.3.5, que explicou a transformação química ocorrida e os produtos da reação quando questionado sobre o experimento de eletrólise da água. Todavia, a rápida explicação do professor, ou seja, a elucidação daquele fenômeno sem o tratamento tradicional do ensino de eletrólise pode explicar algumas hipóteses sugeridas pelos estudantes as quais possuem elementos da “resposta correta” do experimento, os quais, no entanto, não foram dispostos de modo a fornecer uma proposição coerente. Um exemplo destas respostas está transcrito a seguir:

No recipiente contém 2 ‘cilindros’ com o gás H_2 e O_2 . Ao transmitir a energia da pilha ocorrerá uma quebra entre H_2 O_2 e H_2O , formando as bolhas.

Isso corrobora as considerações de BACHELARD (1996) sobre a importância de o professor conduzir o estudante para as vias da abstração, incentivando-o a gostar da pesquisa desinteressadamente. O comportamento do professor é fundamental para a desobstrução do espírito a que esse filósofo se refere.

Com relação à forma com que respondiam as atividades propostas, doze estudantes completaram ao menos quatro das sete investigações propostas, sendo que três deles foram entrevistados após a maioria das discussões coletivas. Pode-se detectar que os principais mecanismos de solução dos problemas propostos foram a utilização dos conceitos trabalhados pelo professor e a busca

na internet. Assim, os alunos pouco se permitiram refletir e elaborar hipóteses alternativas mais ousadas, partindo do que aprenderam nas aulas. Os trechos de entrevistas abaixo ilustram as estratégias que os estudantes estabeleceram para elaborarem as hipóteses nesta escola.

O condicionamento que esses estudantes atravessam fica evidente nas falas de um dos estudantes. Em sua entrevista final, o aluno explica sua rotina de cumprimento das atividades:

Aluno 15: Tá certo que tipo quer dizer o meu avô não tem tempo de ir lá comigo então o que eu fazia: eu pegava a folhinha tirava xerox, dava para ele, e aí o que ele fazia? Ele não fazia direto as explicações essas coisas, ele mandava um resumo de tudo, ia na minha casa me explicava tudo e pedia para elabora a explicação, a estratégia.

Entrevistadora: Todas você fez com ajuda do seu avô.

Aluno 15: Porque o que eu fazia, você entregava eu já mandava para o meu avô e meu avô mandava eu explicar pelo gabarito. Só esta ultima aí que eu demorei um pouquinho mais para fazer (Aluno 15, Escola “C”, Turma C2).

A resposta de outra estudante ilustra que a estrutura da escola particular condiciona-os a pesquisarem as soluções dos problemas, refletindo em uma menor disposição para pensarem.

Sim eu... umas eu pesquisei na internet porque elas eram mais difíceis outras fui na, como a gente não tem muito tempo porque a gente tem muita prova, a gente eu... as vezes fico um dia assim sem pensar muito as vezes eu pensava bastante né.

Entrevistadora: Dependia da investigação.

Aluna 16: É. Que nem a do diamante e do grafite é mais fácil porque era um assunto que a gente já tinha discutido na aula (Aluna 16, Escola “C”, Turma C2).

Seis dos doze estudantes destacam-se por elaborarem suas hipóteses sempre próximas ao que aprenderam nas aulas de Química ou em outros momentos escolares. Quando a escola ainda não havia fornecido as respostas, elas eram retiradas da internet. Tal comportamento demonstra uma boa relação com conceitos científicos – ao utilizarem o que aprenderam para responder as questões ou por pesquisarem eficientemente na internet – e a obediência dos estudantes em cumprirem as regras escolares.

Na quarta atividade de investigação, que tratava da obtenção dos metais a partir de minérios, um dos estudantes forneceu as explicações, exatamente como os processos são feitos nas indústrias. Entretanto, estes são temas do segundo ano do ensino médio e tanto na folha em que escreveu sua resposta quanto na entrevista, o estudante demonstrou dificuldade apreciável em reproduzir a explicação. Cabe ressaltar, entretanto, que a proposta do projeto não era – e isso foi lembrado sistematicamente aos estudantes – o cumprimento de mais uma atividade ou o conhecimento das explicações científicas para os fenômenos. Porém, nem todos os estudantes se mostraram abertos para o intuito do projeto.

Os Quadros 5.15 e 5.16 apresentam a sequência de respostas de dois estudantes da escola particular que ilustram essa discussão.

QUADRO 5.15. – Sequência das respostas de um estudante da Escola “C” para as investigações de que participou.

Investigação	Resposta
1 ^a	<p>Explicação - “A água subterrânea por estar perto dos vulcões são extremamente aquecidas e isso faz com que as moléculas de água fiquem agitadas e se expandem pela superfície da terra”.</p> <p>Estratégia - “Quando uma substância está sendo aquecida sua temperatura fica elevada. Se está substância estiver em um recipiente que não permite que o vapor seja liberado, está avendo (sic) uma pressão do vapor querendo se expandir. Ex: uma panela normal com água no fogo e uma panela de pressão também com água no fogo”.</p> <p>Raciocínio - “A panela normal deixa o vapor da água sair. Já a panela de pressão prende o vapor dentro da panela e só é liberado a partir da válvula. Os gêiseres são a mesma coisa, quando a pressão sobre a água for muito grande, ela irá sair por uma ‘válvula’ na superfície da Terra”.</p>
2 ^a	<p>“O oxigênio e o nitrogênio tem (sic) ponto de ebulição diferente. Primeiro a mistura gasosa deve ser liquefeita através da diminuição da temperatura e aumento da pressão. Após a liquefação, a mistura deve se submeter a uma destilação fracionada onde o gás que tiver o ponto de ebulição menor (o nitrogênio) irá se separar do outro primeiro”.</p>
3 ^a	

“A água ao entrar em contato com o fogo, absorve calor e se transforma em vapor. Esse vapor se dispersa entre as moléculas de oxigênio do ar, diminuindo ainda mais o fogo”.

4^a Explicação - “Para separar o oxigênio e o ferro você pode acrescentar $2e^-$ no oxigênio e retirar $4e^-$ do ferro, ambos da camada de valência. Assim os dois não precisarão trocar elétrons e irão se separar. Para separar o cobre do enxofre você pode acrescentar $2e^-$ no S e retirar $7e^-$ da camada de valência do Cu, assim ambos não precisarão trocar e^- e irão se separar”.

Estratégia - “Ao fazer a distribuição eletrônica você percebe que o Fe tem $12e^-$ na camada de valência, o O tem $6e^-$, o Cu tem $15e^-$ e o S tem $6e^-$. Para que cada um tenha $8e^-$ na camada de valência, você acrescenta ou retira e^- sem que eles precisem se ligar entre si”.

5^a Explicação - “No tubo onde é colocada carga + há menos bolhas pois assim aumenta a atração entre o núcleo e a eletrosfera. Já no tubo com carga – há mais bolhas pois existe menos atração entre o núcleo e a eletrosfera. Os gases que são liberados são O_2 e H”.

Estratégia - “Os gases liberados são H e O_2 , pois são os elementos que compõem a água. Esses gases ao serem liberado (sic), podemos juntar com outros elementos para ver a reação e ter certeza de que é H e O_2 ”.

6^a Explicação - “O cheiro se propaga pois os átomos se espalham pelo meio”.

Estratégia - “Colocar um copo de café em uma sala e perceber o cheiro que fica no ar”.

7^a Explicação - “Grafite e diamante são formados por carbono, mas a forma com que eles são ligados é diferente. Os diamante são duas moléculas idênticas ligadas. Já o grafite são várias formando camada que se ligam, e ao passar no papel vai ficando algumas camadas”.

Estratégia - “Estudar as propriedades físicas e químicas do diamante e do grafite. Observando a estrutura molecular de cada um e depois ‘raspando’ em uma superfície áspera”.

Raciocínio - “‘Raspando’ os dois em uma superfície áspera, por exemplo, observamos que o grafite se esfarela e o diamante não. Isso mostra que a interação molecular do diamante é maior que a do (sic) grafite”.

As respostas desse aluno são um exemplo da superioridade conceitual da escola particular sobre as públicas. Esse estudante, em especial, soube fazer uso do que aprendeu em sala de aula para propor soluções coerentes para o problema, inclusive em fenômenos ainda não abordados pelo professor, como é o caso da quarta atividade de investigação. Esta, que trata do tema eletroquímica presente no currículo do segundo ano do Ensino Médio, foi solucionada pelo aluno a partir dos conceitos de distribuição eletrônica e teoria do octeto.

O fato de o estudante ter utilizado o que aprendeu para sugerir uma solução para o problema fornece indícios de que o contato mais frequente com atividades investigativas poderia contribuir para o desenvolvimento do espírito científico. Entretanto, uma vez que a maioria das investigações foi alocada após o tratamento da solução do problema, os alunos se restringiram a fornecê-la. Apesar das indicações, a cada entrega de atividade, de que várias hipóteses e estratégias eram possíveis e que o objetivo do projeto era pensar além dos conceitos escolares, os estudantes se satisfaziam em apresentar a resposta que já haviam aprendido. Isso pode significar uma menor disposição dos estudantes na escola particular para imergir na resolução de problemas.

Esta estudante também se ateve, na maioria das atividades, a responder os problemas, utilizando apenas o que aprendeu com o professor. Na terceira investigação, ela inicia uma proposta de que o hidrogênio “impediria a ação” do oxigênio como combustível tal como foi observado na escola pública, porém ela não desenvolveu essa ideia. Se houvesse maior espaço para que ela elaborasse suas próprias sugestões, talvez o objetivo deste trabalho – de levá-los a pensar – tivesse sido mais efetivo.

Apesar da boa relação com os conteúdos escolares, também verificada pelo desempenho superior na questão 6 do QF, a estrutura das instituições de ensino desta natureza, excessivamente instrucionista no termo adotado por DEMO (2007), engessa e inibe o estudante de pensar e então desenvolver seu espírito científico.

QUADRO 5.16. – Sequência das respostas de uma estudante da Escola “C” para as investigações de que participou.

Investigação	Resposta
1 ^a	<p>Explicação - “No centro da terra, há água subterrânea e sofre pressão e precisa sair por um buraco. É alta a temperatura é sai em altas temperaturas e muitas vezes em vapor”.</p> <p>Estratégia - “Para medir a temperatura temos que pegar um termômetro e um medidor e ver as diferenças e intervalos de tempo”.</p>
2 ^a	<p>“Fazer o método de separação de misturas, como por exemplo a destilação”.</p>
3 ^a	<p>“O oxigênio faz uma ligação com o hidrogênio impedindo-o de virar um com combustível. E para a água entrar no estado gasoso ela necessita roubar energia que no caso seria do fogo, aí (sic) ela consegue apagar o fogo”.</p>
6 ^a	<p>Explicação - “As misturamos as moléculas do ar e do cheiro, como elas estão em constante movimento e tem possibilidade de se misturar com facilidade e mesmo sem o vento, elas se misturam com o ar e é possível ser sentido a longas distâncias”.</p> <p>Estratégia - “Para comprovar que as moléculas de ar e do cheiro se combinem é só perceber o que acontece na mistura de substâncias homogenias (sic)”.</p>
7 ^a	<p>Explicação - “A maneira que os átomos de carbono estão arrumados em cada molécula do diamante e do (sic) grafite, portanto o que difere um do outro é a maneira em que os átomos estão ligados. Podemos concluir que os átomos do diamante estão mais ligados mostrando maior dureza”.</p> <p>Estratégia - “Podemos tentar quebrar cada material, mostrando que o grafite é quebrado com muita facilidade e já o diamante seria algo quase impossível, só apenas com equipamentos específicos, mostrando assim a dureza do diamante”.</p>

Como explica BACHELARD (citado por FONSECA, 2008), chega um momento em que o aluno passa a gostar mais das respostas que das perguntas, aniquilando a curiosidade inata do ser humano a qual FREIRE (2006) defende que

deve ser explorada e transformada em curiosidade epistemológica. Entretanto, a fixação no vestibular e pelo desempenho representado por quantidade de matéria assimilada leva os alunos também a não querer pensar, mas ansiar pela resposta que garanta um prêmio na forma de nota.

Capítulo 6

Conclusões e Considerações Finais

6.1. Conclusões

As estratégias de ensino denominadas investigativas vêm sendo amplamente exploradas na literatura por tratarem de metodologias nas quais os estudantes têm participação ativa no processo de construção do seu conhecimento. Pautando-se em inspirações construtivistas, também se reconhece hoje que a educação e a educação em ciências não pode se restringir ao ensino de conteúdos, os quais se resumem aos produtos ou às respostas da ciência.

Uma das vertentes das diversas referências ao termo investigativo é a da metodologia que aproxima o ensino em sala de aula da rotina de produção de conhecimento pela ciência. Este trabalho teve o objetivo de contribuir para os estudos nessa área em aulas teóricas de Química, já que as pesquisas se concentram nas aulas práticas pela proposição de procedimentos experimentais pelos estudantes.

Conhecer as etapas do trabalho do cientista pode contribuir para a formação do espírito científico. Assim, o estudante, baseando-se em evidências, pode elaborar hipóteses para explicar qualquer fenômeno químico ou social que o rodeie. A questão da validação das hipóteses e da discussão coletiva pode trabalhar a importância de não se aceitar tudo rapidamente, sem um questionamento prévio. Como diz BACHELARD (1996), o espírito científico sabe, acima de tudo, formular perguntas.

Foi possível verificar que a aplicação de problemas teóricos em aulas de Química apresentou potencial para ensinar sobre a natureza das ciências, além de ter recebido aceitação bastante positiva. Essa aceitação pode ter sido alta pela participação não compulsória o que permitiu a alguns estudantes apenas “escutarem” as atividades desenvolvidas em sala. Se, por um lado, gerou baixo índice quando se toma o valor absoluto de devolução das folhas de atividades, por outro mostrou o potencial que esta abordagem guarda para tornar o aprendizado um exercício prazeroso pelo seu valor intrínseco conforme é destacado por

SANTOS L. (2007), como algo que merece atenção, atualmente. A obrigatoriedade da realização de atividades, especialmente quando atreladas a recompensas extrínsecas pode, como explicam TAPIA e FITA (2006), gerar condicionamento e bom comportamento nos estudantes, mas não necessariamente relação prazerosa com o saber e a aprendizagem significativa.

Assim, foi verificado que as atividades de investigação impactaram de maneiras distintas nas escolas públicas e na particular. Os estudantes desta escola utilizavam os conceitos que aprendiam para elaborar suas hipóteses evidenciando maior rendimento escolar. Por outro lado, demonstraram menor satisfação em participar e menor liberdade para ousar em suas propostas. Isso pode ser explicado pela estrutura da escola particular que também é discutida pela literatura (DEMO, 2007; CHARLOT, 2005) a qual possui metas definidas como, por exemplo, o preparo para a prova do vestibular e o sucesso escolar em notas do boletim, além da cobrança dos pais e maior organização administrativa.

Os estudantes das escolas públicas, por sua vez, sentiram maior satisfação em conviver com o projeto e mostraram maior liberdade de criação de ideias, o que foi prejudicado pelos problemas conceituais verificados. Essas instituições de ensino, inicialmente, são vítimas das disputas políticas que, no caso do Estado de São Paulo, recebem liberdade de escolha curricular e de material didático no âmbito federal, mas no estadual devem trabalhar com sistema apostilado e são avaliados por seu conteúdos. Somadas à pequena perspectiva de prosseguimento nos estudos das famílias e dos estudantes, tem-se que a escola pública não possui metas definidas, o que dificulta o trabalho do professor e não possibilita aos estudantes atribuírem sentido para esta etapa de suas vidas. Assim, nesta estrutura pouco definida das escolas públicas os alunos puderam imergir nos problemas, mas não lograram tanto sucesso pela dificuldade em lidar com conceitos científicos.

Desse modo, os dados e as reflexões desta pesquisa permitem sugerir três fatores que contribuiriam para a formação do espírito científico:

a) *conhecimento sobre a natureza das ciências* – os estudantes precisam conhecer e incorporar o exercício de elaborar hipóteses, estratégias e defendê-las perante seus colegas, percebendo que todas as ideias, desde que

coerentes, podem ser válidas e no debate fundado em argumentos é que uma proposta se sobressai em detrimento de outra;

b) *domínio de conceitos científicos* – é necessário que o estudante aprenda e saiba utilizar de maneira significativa os conceitos e os termos científicos que forem requisitos dos problemas a serem trabalhados, pois que se configuram como suporte sobre o qual as hipóteses serão elaboradas;

c) *disposição para a imersão em problemas científicos* – destacado por NOUVEL (2001) como característica da psicologia científica e por BACHELARD (1996; 2009) como condição necessária para a formação do espírito científico, os estudantes devem estar pré-dispostos a este exercício de pensar. Isso pode ser desenvolvido ou aniquilado pela escola. Este item pode ainda ser lido como motivação intrínseca para o aprendizado (TAPIA e FITA, 2006) ou também uma relação prazerosa com o saber (CHARLOT, 2005).

Sobre os apontamentos deste último autor que assinala que os estudantes da classe média possuem maiores chances de se relacionar prazerosamente com o saber, os dados deste trabalho acenam para outra direção. De fato, os estudantes da escola particular, provavelmente se identificarão mais com uma área do saber a qual norteará sua escolha profissional. Entretanto, com os outros campos do saber, os alunos parecem tomá-los apenas como obrigação de conhecer. Ao mesmo tempo, os estudantes das escolas públicas, se lhes for apresentada a importância e a satisfação que o conhecimento guarda, podem encontrar o valor intrínseco do aprender a produção humana, independentemente desta ou daquela especialização.

Em relação aos professores, todos os três mostraram perfis distintos, mas destaca-se como é importante a identificação do docente com uma nova abordagem para que ele altere sua prática pedagógica. Isso fornece indícios de que o Estado deveria investir mais em uma formação continuada de qualidade do que no fornecimento de mais materiais didáticos para serem cumpridos bimestralmente pelo professor, sem que o mesmo conheça verdadeiramente a proposta pedagógica do novo material.

De acordo com o último relatório do PISA, o Brasil tem potencial para ser a quinta economia mundial em poucos anos, mas este *status* não se sustentará sem uma educação de qualidade.

Para isso, a escola precisa ser repensada como um espaço de crítica. O processo educativo exige tempo, não se pode “correr com a matéria”. Deve-se dar tempo para o aluno pensar, pesquisar, refletir e assim desenvolver sua autonomia de pensamento e de aprendizagem. O professor também deve pensar a sala de aula como um espaço de pesquisa e de reflexão, como sugere Pedro Demo e a prática pedagógica deve ser reconhecida como um ato político, como defende Paulo Freire. Isso implica rupturas epistemológicas por professores, diretores, coordenadores, pais e alunos, além de investimentos governamentais que superem os interesses político-partidários para se pensar um plano para a educação.

Ainda sobre a escola para este século, assim como se defende que o exercício de aprender deve ser prazeroso para o estudante, o espaço da sala de aula também precisa ser prazeroso para os professores. Ambos devem reconhecer a importância da escola e sair satisfeitos do momento de interação. Assim como os estudantes não mais encontram sentido na escola e nos estudos, essa questão também se perdeu para os professores, cujo maior objetivo em sala de aula muitas vezes limita-se a conseguir atrair a atenção dos estudantes.

6.2. Considerações Finais

Foi defendida neste trabalho a importância de despertar no aluno o gosto pelo conhecimento por seu valor intrínseco e a necessidade de despertar seu espírito para o pensamento abstrato, o que geraria autonomia de pensamento e talvez de ação.

Todavia, o contato com o método investigativo ocorreu apenas na disciplina de Química. É necessário destacar que outras disciplinas não aplicaram o método investigativo nem desenvolveram atividades que propiciassem o desenvolvimento do espírito científico. Dadas as propostas das condições para a formação do espírito científico, verifica-se que, enquanto a escola particular desenvolve satisfatoriamente a aquisição de conceitos, a escola pública permite a liberdade de pensamento dos estudantes. Não foi possível encontrar uma escola em que ambos os fatores pudessem ser satisfeitos; todavia, se essa estrutura escolar existisse, talvez os resultados deste trabalho fossem mais promissores.

Algumas dificuldades foram encontradas para a coleta de dados. A primeira delas diz respeito à quantidade excessiva de aulas não dadas em virtude de Conselhos de Classe, gincanas, etc., especialmente na escola pública. Além de prejudicar o cumprimento do cronograma, observou-se como isso impacta negativamente os estudantes. Além disso, destaca-se o estado de espírito dos professores, das três escolas, que se reflete nos diálogos que ocorrem nas salas dos professores e que se resumem a apontar as dificuldades e os pontos negativos com que se deparam. Assim como é necessário investir em pesquisas e ações que efetivem novas práticas pedagógicas nas escolas mais condizentes com a ciência e com a sociedade moderna, é também importante repensar o tratamento dado aos professores, hoje muito mais vítimas das ações incompreensíveis dos políticos.

É necessário diminuir a carga de estresse do professor, fornecendo também a ele as condições necessárias para que desenvolva seu espírito crítico para pensar, refletir e pesquisar sobre a educação. Quando ele pensar cientificamente, questionar o currículo, quando o receber e problematizar constantemente o mundo que o rodeia, aí sim, a nova pedagogia defendida por Bachelard e sonhada por Paulo Freire poderá ser encontrada nas escolas.

Por outro lado, é possível especular que despertar o gosto dos estudantes pelo saber não é difícil. Nesta idade, eles ainda têm a curiosidade aguçada e mostrar a ciência como algo interessante pode levá-los a perceber como estudá-la é bonito. É parte fundamental do processo que o professor reconheça a importância e incorpore atividades de inovação como a proposta deste trabalho para tornar a aula mais dinâmica e atraente para os alunos e para o docente, ele próprio.

Finalmente, este trabalho foi desenvolvido com base nos pressupostos de Bachelard sobre o desenvolvimento do espírito científico. Outros importantes referenciais foram utilizados na busca por compreender as condições para a formação do espírito científico em ambientes escolares distintos e complexos, cada um com suas particularidades.

Com os resultados obtidos não é possível apontar para um caminho que represente a certeza da melhoria da qualidade do ensino de Química, ou de forma mais abrangente, do ensino das Ciências. No entanto, a convivência com alunos e professores nos momentos de aplicação das investigações permite ao

menos vislumbrar uma possibilidade que pode trazer mais sentido às aulas de Química: para o desenvolvimento do espírito científico é necessário, primeiro, libertá-lo das amarras que são impostas pela sociedade (prêmios, notas, cobranças, vestibulares, etc.), como o faz a escola pública. Porém, dar liberdade sem orientação clara do caminho a ser percorrido não é missão de educadores, mas abandono. Nesse sentido, é possível imaginar que permanece necessária a existência de escolas que libertam e dão orientação segura sobre como desenvolver-se para pensar cientificamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÚRIZ BRAVO, A. et al. Modelo didáctico analógico: Marco teórico y ejemplos. **Enseñanza de las Ciencias**, ICE- UAB, VI-UV, Numero Extra, 7p., 2005. (CD-ROM, arq<Aduriz_290A.pdf>, Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Educación científica para la ciudadanía, 07-11 Set. 2005, Universidad de Granada, Granada, España).

ALFONSO, C. A. A.; RUIZ, R. S.; LEMUS, K. H. Familiarización de los estudiantes con la actividad científico-investigadora: método dinámico para caracterizar el movimiento de traslación de un cuerpo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 1, p. 86-97, 2004. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>> Acesso em: 14 fev. 2007.

ARISTÓTELES, **Metafísica**. Trad. Edson Bini. Bauru: EDIPRO, 2006.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19-33.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

_____. **Estudos**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008. 88 p.

_____. **A Filosofia do Não: filosofia do novo espírito científico**. 6. ed. Trad. Joaquim José Moura Ramos. Lisboa: Presença, 2009. 138 p.

BACON. **Novum organum ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. Trad. José Aluysio Reis de Andrade. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979. (Coleção Os Pensadores).

BARBIER, R. **A pesquisa-ação**. Trad. Lucie Didio. Brasília: Líber Livro Editora, 2007. 159 p.

BRASIL. MEC/INEP. **Resultados do ENEM 2005: Análise do perfil socioeconômico e do desempenho dos participantes**. Brasília: MEC/INEP, 2006.

CARLOTTO, M. S. A síndrome de Burnout e o trabalho docente. **Psicologia em Estudo**, v.7, n.1, p.21-29, 2002.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Trad. Bruno Magne. Porto Alegre: Artmed, 2005. 93 p.

CHASSOT, A. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003. 244 p.

CHAVES, M. H. O.; PIMENTEL, N. L. Uma proposta metodológica para o ensino de ácidos e bases numa abordagem problematizadora. In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo, 1997. p. 374-385.

CORRÊA, R. G. **Estudo do Perfil Motivacional para o Aprendizado de Química**. 129f. Dissertação (Mestrado em Química) - Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. 5ª ed. Campinas: Autores Associados, 2002. 130 p.

_____. Escola pública e escola particular: semelhanças de dois imbrólios educacionais. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 15, n. 55, p. 181-206, 2007.

EL ANDALOUSSI, K. **Pesquisas-ações**: ciências, desenvolvimento, democracia. Trad. Michel Thiollent. São Carlos: EdUFSCar, 2004. 192 p.

ESCUADERO, C.; FLORES, S. G. Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2007.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 45-58, 2004.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

FONSECA, D. M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. **Educação e Pesquisa**, v. 34, n. 2, p. 361-370, 2008.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia do Oprimido**. 44. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 213 p.

_____. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006. 148 p.

GALAGOVSKY, Lydia R. ‘Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico’. **Enseñanza de las Ciencias**, ICE-UAB, VI-UV, Numero Extra, 7p., 2005. (CD-ROM, arq<Galagovsky_289.pdf>, Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Educación científica para la ciudadanía, 07-11 Set. 2005, Universidad de Granada, Granada, España).

GIDDENS, A. **As conseqüências da modernidade**. Trad. Raul Fiker. São Paulo: Editora UNESP, 1991. 177 p.

GIL, D. et al. La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, v. 6, p. 73-85, 1992.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 31-53, 2006.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007, Resumo 38.

HABERMAS, J. Modernidade: um projeto inacabado. In: ARANTES, O. B. F.; ARANTES, P. E. **Um ponto cego no projeto moderno de Jürgen Habermas**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1992, p. 99-123.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Trad. Adail U. Sobral; Maria S. Gonçalves. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1995. 349 p.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

LÔBO, S. F. O ensino de Química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2008.

LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 232 p. (Coleção educação em química).

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação*: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 99 p. (Temas Básicos de Educação e Ensino).

MENDONÇA, P. C. C.; FIGUEIREDO, K. L.; JUSTI, R. S. “Ligando” as idéias dos alunos à realidade científica – uma proposta de ensino de ligações metálicas através da modelagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 13, 2006, Campinas. **Anais...** Campinas, 2006.

MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital**. Trad. Isa Tavares. São Paulo: Boitempo, 2005. 77 p.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 383 p. (Aprender).

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 23-26, 1995.

NOUVEL, P. **A arte de amar a ciência**: psicologia do espírito científico. Trad. Fernando Jacques Althoff. Unisinos, 2001. 194 p. (Coleção Focus).

OCDE. **Informe PISA 2006**: competencias científicas para el mundo de mañana. 2008. Disponível em: <<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9807014E.PDF>>. Acesso em: 08 jul. 2008.

OLIVEIRA, R. C.; HARTWIG, D. R. Processamento de informações e o ensino experimental de Química: uma análise inicial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 13, 2006, Campinas. **Anais...** Campinas, 2006.

POPPER, K. . **A lógica da pesquisa científica**. Trad. Leonidas Hegenberg. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1972. 567 p.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em Educação em Ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

QUEIROZ, M. I. P. **Variações sobre a técnica de gravador no registro da informação viva**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1991. 171 p.

RORTY, R. Verdade sem correspondência com a realidade. In: MAGRO, C.; PEREIRA, A. M. . **Pragmatismo**: a filosofia da criação e da mudança. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008. 92 p.

SANTOS, L. L. Currículo em tempos difíceis. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45, p. 291-306, 2007.

SMITH, A. **A riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 350 p. (Coleção Os Economistas).

SUART, R. .C.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A Argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula**: o que é, como se faz. Trad. Sandra Garcia. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola. 2006. 148 p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998. 108 p.

UNESCO. **Ensino de Ciências:** o futuro em risco. Série Debates VI. Edições UNESCO, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE 01:

Atividade de Investigação 1



Os gêiseres são fontes que liberam água na forma de vapor em jatos verticais que podem chegar a trezentos metros de altura e que funcionam com uma espantosa regularidade. As condições para que eles ocorram são: água infiltrada em cavidades subterrâneas, mas não muito profundas e em região vulcânica. Em determinadas condições, a água quente e o vapor superaquecido são expelidos com velocidade, atingindo a superfície onde são lançados na atmosfera. Com a saída do jato, todo o processo reinicia, com a água descendo e tomando o lugar da que foi expelida.

Parte 1

- Elabore uma explicação para o fenômeno dos gêiseres, utilizando conceitos científicos.

Explicação: _____

Pistas

1. Pense em uma panela de pressão da sua casa, que possui uma válvula para diminuir a pressão da água que está dentro da panela;
2. Pense a respeito dos valores de pressão e de temperatura no interior da Terra e na superfície da Terra;
3. Pense nas mudanças de estado físico que podem ocorrer com a água pela variação na temperatura e/ou pressão sobre esta substância.

Parte 2

- Elabore estratégias para estudar a diferença de pressão e de temperatura que ocorre nos gêiseres. A partir da explicação que você elaborou utilizando conceitos científicos, proponha procedimentos para verificar a validade da sua proposta. Caso proponha a utilização de algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégias(s): _____

- Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):
- _____
- _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?

- () chutei
- () usei informações que obtive fora da escola
- () usei conceitos químicos que a professora ensinou nas últimas aulas
- () usei outros conceitos que aprendi em outras disciplinas
- () outro _____

- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?

- () não pedi
- () não tive vontade
- () pedi para alguém que mora comigo
- () pedi para meus colegas
- () outro _____

Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 02:

Atividade de investigação 2

Sabe-se que o ar atmosférico é uma mistura de substâncias formada basicamente pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), sendo que, aproximadamente, 71% do ar é constituído por gás nitrogênio e 29% por gás oxigênio. Separadamente, cada um destes gases possui diversas aplicações. Por exemplo, o nitrogênio é um precursor importante para a fabricação de fertilizantes, enquanto que o oxigênio é importante para o bom funcionamento de maçaricos.

- Elabore estratégias para obter os gases nitrogênio e oxigênio em frascos separados a partir do ar atmosférico e proponha, também, procedimentos para verificar a validade da sua proposta. Caso proponha a utilização de algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégias(s): _____

Pistas

1. Pense no diagrama de fases;
2. Pense no diagrama de fases e em uma de suas variáveis;
3. Lembre-se que as substâncias puras possuem características próprias que a diferenciam de outras substâncias, como, por exemplo, o ponto de ebulição.

- Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s): _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

- Quantas pistas você utilizou?
() 0 () 1 () 2 () 3

- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?

- () chutei
- () usei informações que obtive fora da escola
- () usei conceitos químicos que a professora ensinou nas últimas aulas
- () usei o que aprendi em outras disciplinas
- () outro _____

- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?

- () não pedi
- () pedi para alguém que mora comigo
- () pedi para meus colegas
- () outro _____

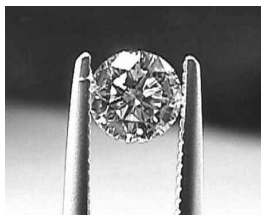
Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 04:

Atividade de investigação 6



Grafite



Diamante

Sabemos que, por meio de ligação covalente, um átomo de carbono pode unir-se a outros átomos de carbono e formar diferentes espécies. Uma delas é a grafite, que é uma substância lamelar (em estrutura de lâminas), preta e de baixa dureza, sendo um material bastante quebradiço. Outra substância formada apenas por átomos de carbono é o diamante, uma das substâncias mais duras da natureza.

Parte 1

- Elabore uma explicação, utilizando conceitos químicos, para essa diferença entre as substâncias grafite e diamante, se ambas são formadas pelo mesmo elemento químico.

Explicação: _____

Pistas

1. Pense sobre a dureza da grafite e do diamante;
2. Pense sobre a atração entre os átomos;
3. Pense sobre o arranjo dos átomos para formar estruturas de alta ou baixa dureza.

Parte 2

- Elabore estratégias para estudar a diferença de dureza que essas substâncias apresentam. A partir da explicação que você elaborou utilizando conceitos químicos, proponha procedimentos para verificar a validade da sua proposta. Caso proponha a utilização de algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégias(s): _____

- Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s): _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10
- Quantas pistas você utilizou para responder a parte 1?
() 0 () 1 () 2 () 3
- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?
() chutei
() usei informações que obtive fora da escola
() usei conceitos químicos que a professora passou nas últimas aulas
() usei o que aprendi em outras disciplinas
() outro _____
- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?
() não pedi
() pedi para alguém que mora comigo
() pedi para meus colegas
() outro _____

Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 05:

Atividade de investigação 8



Lembre-se do experimento da garrafa azul, no qual o líquido contido dentro da garrafa permanecia incolor quando em repouso e, ao agitar a garrafa, o líquido adquire a coloração azul, voltando à incolor ao ser deixado em repouso. Os reagentes utilizados neste experimento foram: solução de glicose, solução de hidróxido de sódio e azul de metileno.

Parte 1

➤ Elabore uma explicação, utilizando conceitos químicos, para a mudança de coloração do material que está dentro da garrafa.

Explicação: _____

Pistas

1. Pense inicialmente se esta é uma transformação física ou química;
2. Pense na possibilidade de transformações físicas ou químicas serem revertidas.

Parte 2

➤ Elabore estratégias para estudar o sistema do experimento (garrafa que contém líquido que muda de coloração), procurando compreender quais são as condições necessárias para que as transformações responsáveis pela mudança de coloração ocorram. Caso utilize algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégias(s): _____

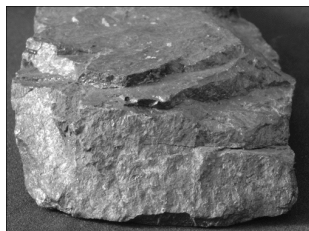
Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s): _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10
- Quantas pistas você utilizou para responder a parte 1?
() 0 () 1 () 2
- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?
() chutei
() usei informações que obtive fora da escola
() usei conceitos químicos que a professora passou nas últimas aulas
() usei o que aprendi em outras disciplinas
() outro _____
- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?
() não pedi
() pedi para alguém que mora comigo
() pedi para meus colegas
() outro _____

Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 07:

Atividade de investigação 9



Calcocita



Cobre metálico

Assim como ocorre com a maioria dos elementos químicos conhecidos, o ferro não é encontrado isolado na natureza, mas sim combinado com outros elementos químicos. Quando se une ao oxigênio, forma, por exemplo, o minério chamado hematita. Neste minério, dois átomos de ferro combinam-se com três átomos de oxigênio, ao que se atribui a fórmula Fe_2O_3 . Analogamente, o elemento químico cobre é encontrado na natureza combinado com o elemento químico enxofre formando o minério calcocita, ao que se atribui a fórmula Cu_2S . Entretanto, as indústrias necessitam dos elementos em sua forma metálica para serem utilizados na fabricação de tubulação de água (ferro), latinhas de refrigerante (alumínio) ou fiações elétricas para condução de eletricidade em residências (cobre).

- Elabore estratégias para obter metais a partir de seus minérios como, por exemplo, o ferro metálico (Fe), o alumínio (Al) e o cobre metálico (Cu) a partir de Fe_2O_3 , Al_2O_3 e Cu_2S , ou seja, como separar os átomos de ferro dos de oxigênio e os átomos de cobre dos de enxofre. Caso proponha a utilização de algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégias(s): _____

Pistas

1. Pense sobre a importância da energia para os processos químicos;
2. Pense sobre outras substâncias nas quais podem ser encontrados os elementos químicos oxigênio ou enxofre;
3. Pense sobre equações químicas.

- Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s): _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

- Quantas pistas você utilizou?

0 1 2 3

- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?

chutei
 usei informações que obtive fora da escola
 usei conceitos químicos que a professora passou nas últimas aulas
 usei o que aprendi em outras disciplinas
 outro _____

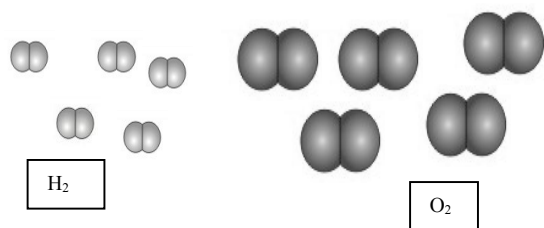
- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?

não pedi
 pedi para alguém que mora comigo
 pedi para meus colegas
 outro _____

Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 08:

Atividade de investigação 10



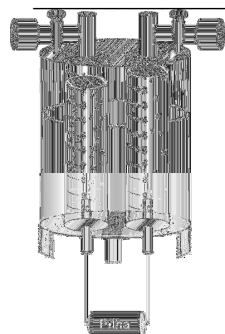
Utilizando os kits de modelos moleculares, monte diversas moléculas de hidrogênio (H₂) e de oxigênio (O₂). Essas moléculas constituem, respectivamente, os gases hidrogênio (H₂) e de oxigênio (O₂), este, um comburente e aquele, um combustível.

Parte 1 - Em aula

- Em seguida, “quebre as ligações químicas”, ou seja, desmonte as moléculas e rearranje-as em produtos que podem ser formados.

Informe-se com seu professor sobre algumas propriedades de cada uma das substâncias que você propôs. Escreva abaixo os produtos que você considera que podem ser formados.

Produtos: _____



Parte 2 - Em casa

- Lembre-se do experimento de eletrólise da água realizado em sala. Neste experimento, está sendo fornecida energia à água a partir de uma pilha. Elabore uma explicação, utilizando conceitos químicos, para o fenômeno de liberação de gases que você está observando, identificando quais substâncias podem ser esses gases.

Explicação(ões): _____

Pistas

1. Pense sobre as possíveis substâncias que podem ser formadas com os átomos de hidrogênio e oxigênio;
2. Pense sobre os estados físicos em que essas substâncias são encontradas;
3. Pense na necessidade de utilizar uma fonte de energia (pilha) para a realização do experimento.

- Agora, proponha estratégias para verificar se, de fato, esses são os gases que você sugeriu. Caso proponha a utilização de algum equipamento, procure descrever o seu funcionamento.

Estratégia(s): _____

- Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s): _____

- Em relação à satisfação em ter participado desta atividade, dê uma nota para esta investigação:

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

- Quantas pistas você utilizou para responder explicar o fenômeno de liberação de gases?

() 0 () 1 () 2 () 3

- Dos itens abaixo, qual(is) dele(s) você utilizou para elaborar sua estratégia?

() chutei

() usei informações que obtive fora da escola

() usei conceitos químicos que a professora passou nas últimas aulas

() usei o que aprendi em outras disciplinas

() outro _____

- Você pediu ajuda para elaborar esta estratégia?

() não pedi

() pedi para alguém que mora comigo

() pedi para meus colegas

() outro _____

Nome: _____ Série: _____

APÊNDICE 09:

Questionário Inicial

Nome: _____ Idade: _____ Série: _____

1. Por que você vai à escola?				
	Não Concordo de Maneira Nenhuma	Não Concordo	Concordo	Concordo Plenamente
Porque eu sinto satisfação enquanto aprendo coisas novas.				
Porque o diploma de ensino médio pode me ajudar a conseguir um emprego que pague um salário bom.				
Pela satisfação que sinto quanto consigo resolver atividades difíceis propostas pelo professor.				
Porque talvez consiga entrar em uma boa universidade para cursar o curso que escolhi.				
Pela satisfação que sinto quanto estou completamente envolvido na discussão de um conteúdo apresentado na sala de aula.				
Para testar minha inteligência.				
Eu não sei dizer porque vou a escola e, sinceramente, eu não ligo para isso.				

2. Quais são seus principais objetivos em uma aula de Química?				
	Definitivamente não Verdade	Pouco Verdade	Verdade	Muito Verdade
É importante para mim aprender muitas coisas novas neste ano nas aulas de Química.				
É importante para mim que eu saiba mais coisas este ano em Química do que eu já sabia.				
É importante para mim entender perfeitamente os exercícios da aula de Química.				
É importante para mim que os outros alunos da minha classe pensem que sou bom(boa) nas atividades de Química.				
Um dos meus objetivos é mostrar aos outros que tenho facilidade nos exercícios de Química.				
Um dos meus objetivos é parecer bom em Química em comparação aos outros alunos da minha classe.				

É importante para mim que nas aulas de Química eu não pareça que sou ruim na matéria.				
É importante para mim que meu professor de Química não pense que eu sei menos que meus colegas.				
Um dos meus objetivos na aula de Química é evitar parecer que eu tenho dificuldades em fazer os exercícios.				

3. Para cada frase abaixo, assinale falso, quase sempre falso, quase sempre verdade, verdade.				
	Falso	Quase sempre falso	Quase sempre verdade	Verdade
As pessoas geralmente me pedem ajuda na maioria das matérias da escola.				
Eu sou muito mau aluno na escola para entrar em uma boa Universidade.				
Eu tiro notas ruins na maioria das matérias.				
Eu aprendo as coisas rapidamente na maioria das matérias da escola.				
Eu tenho dificuldades na maioria das matérias da escola.				
Eu vou bem nas provas da maioria das matérias da escola.				
A maioria das matérias da escola são muito difíceis para mim.				
Eu sou bom(boa) na maioria das matérias da escola.				

4. Para cada frase abaixo, assinale falso, quase sempre falso, quase sempre verdade, verdade.				
	Falso	Quase sempre falso	Quase sempre verdade	Verdade
Química é umas das minhas matérias preferidas.				
Eu gosto bastante das aulas de Química.				
Eu tenho dificuldade para entender qualquer coisa que envolva Química.				
Eu gosto de estudar Química.				
Eu nunca quero ter outra aula de Química.				
Eu odeio Química.				

APÊNDICE 10:

Roteiro 1: Entrevista após cada investigação e a discussão coletiva

1. Explique-me o que você entendeu sobre o fenômeno, utilizando conceitos químicos;
2. Quais estratégias você elaborou para estudar este fenômeno?
3. Explique-me o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s);
4. Você sentiu dificuldades em participar desta atividade?
5. Qual sua opinião sobre a inclusão de atividades de investigação, como esta, no decorrer das aulas?
6. Qual sua opinião sobre a discussão coletiva a respeito da atividade? Conversar com os colegas ajudou a elaborar melhor suas idéias? Ela contribuiu para você reformular suas estratégias elaboradas inicialmente? Por quê?
7. Como você analisa a relação entre os estudantes e o seu professor de Química? Esta atividade de elaboração de estratégias de estudo alterou este relacionamento de alguma maneira? Qual?

APÊNDICE 11:

Questionário de Acompanhamento

Nome: _____ Série: _____

Em sua opinião, durante este bimestre, os três pontos mais interessantes nas aulas de Química foram: **(Ligue uma frase da coluna da esquerda e um dos itens da coluna da direita).**

- O (a) professor (a) estava calmo (a).
- O (a) professor (a) estava de bom-humor.
- Conversamos sobre Química com o (a) professor (a).
- O (a) professor (a) passou as atividades de investigação.
- O (a) professor (a) utilizou a lousa para passar matéria.
- O (a) professor (a) resolveu um exercício na lousa com paciência.
- O (a) professor (a) conversou comigo.
- O (a) professor (a) reconheceu meu esforço.
- O (a) professor (a) controlou o comportamento dos alunos.
- Conversamos sobre outros assuntos com o (a) professor (a).
- O(a) professor(a) faltou.
- O(a) professor(a) não deu nada na aula.
- O(a) professor(a) precisou ir embora mais cedo.
- O(a) professor(a) não gritou na sala de aula.
- O(a) professor(a) não chamou a minha atenção.

Primeiro Mais Importante

Segundo Mais Importante

Terceiro Mais Importante

Em sua opinião, durante este bimestre, os três pontos mais interessantes nas aulas de Química foram quando: **(Ligue uma frase da coluna da esquerda e um dos itens da coluna da direita).**

- Compreendia as teorias.
- Era capaz de discutir as atividades de investigação com meus colegas.
- Não teve aula de Química.
- Resolvia um exercício que ninguém mais conseguiu.
- Batia o sinal para o fim da aula.
- Conseguia fazer as atividades de investigação.
- Conversava com meus colegas sobre assuntos de fora da escola.
- Tirei uma boa nota.
- Tive desempenho melhor que meus colegas quando discutimos as atividades de investigação.
- Conseguia resolver os exercícios.
- Não tinha que pensar muito.
- Meus colegas me pediam ajuda para fazer as atividades de investigação.

Primeiro Mais Importante

Segundo Mais Importante

Terceiro Mais Importante

Classifique as disciplinas abaixo em ordem decrescente em relação à sua satisfação em cursá-la: *Língua Portuguesa, Matemática, Química, Biologia, Física, História, Geografia, Inglês, Educação Artística, Educação Física.*

1ª de maior satisfação: _____
2ª de maior satisfação: _____
3ª de maior satisfação: _____
4ª de maior satisfação: _____
5ª de maior satisfação: _____

6ª de maior satisfação: _____
7ª de maior satisfação: _____
8ª de maior satisfação: _____
9ª de maior satisfação: _____
10ª de maior satisfação: _____

APÊNDICE 12:

Questionário Final

Nome: _____ Série: _____

1. Você gostou de ter participado das atividades de investigação?

() Sim () Não

➤ **Se sim, por quê? Você pode assinalar mais de uma.**

- | | |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| () fez com que eu gostasse de Química; | () tornou a aula mais legal; |
| () as investigações me deixaram curioso; | () despertou em mim o gosto pela profissão de cientista; |
| () fez com que eu compreendesse melhor a matéria; | () outro: _____ |
| () gostava de discutir as hipóteses com a turma; | |

➤ **Se não, por quê? Você pode assinalar mais de uma.**

- | | |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| () tinha dificuldade em elaborar as estratégias; | () não gosto de participar de aula; |
| () não gosto de ter tarefa para casa; | () não tenho interesse em aprender Química; |
| () não compreendia bem o que era para ser feito; | () outro: _____ |

2. Leia o seguinte texto:

“Antes de Lavoisier, a mais satisfatória explicação sobre a natureza dos fenômenos de combustão foi dada pela teoria do flogístico, estabelecida em 1697 pelo químico alemão Georg Ernst Stahl. Segundo essa teoria, toda substância combustível possuiria dentro de si um constituinte invisível chamado flogístico, capaz de se desprender com produção de luz e deixando como resíduo a cinza.

Por volta de 1774, o químico francês realizava experiências sobre a combustão de substâncias. E observava que, dessas reações, sempre resultavam óxidos cujo peso era maior que o das substâncias originalmente usadas. Acabou deduzindo que a combustão nada mais era que o resultado da combinação de um gás com as outras substâncias. E que o peso aumentado dos compostos resultantes correspondia ao peso da substância inicialmente empregada, mais o do gás a ela incorporado através da reação.

Utilizando balanças bastante precisas, propôs o seguinte procedimento: mediu quanto de um gás desconhecido retirado do ar para a formação do óxido de mercúrio. Com o rigor deste experimento, refutou definitivamente a teoria do flogístico, substituindo-a pela do calórico, e deu ao gás o nome de oxigênio. Embora imperfeita, sua nova teoria abriu caminho à compreensão dos fenômenos da termoquímica”.

Fonte (adaptado): <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/lavoisie.htm>

Identifique, grifando no texto: (a) uma hipótese; (b) uma estratégia para verificar se a hipótese é coerente e (c) uma hipótese descartada.

3. Para você, o que é:

a) uma hipótese? _____

b) uma estratégia? _____

c) discussão coletiva? _____

4. Em relação às etapas das atividades de investigação, assinale a alternativa que julgar verdadeira sobre gostar/não gostar e sobre sua dificuldade/facilidade em realizá-las:

Elaborar hipóteses/estratégias:	() gostei; () não gostei	() difícil no começo, depois ficou fácil; () tudo difícil; () tudo fácil; () umas fáceis, outras difíceis.
Escrever sobre minhas hipóteses/estratégias:	() gostei; () não gostei	() difícil no começo, depois ficou fácil; () tudo difícil; () tudo fácil; () umas fáceis, outras difíceis.
Escrever sobre meu raciocínio:	() gostei; () não gostei	() difícil no começo, depois ficou fácil; () tudo difícil; () tudo fácil; () umas fáceis, outras difíceis.
Discutir em grupo sobre minhas hipóteses/estratégias (ou Participar da discussão coletiva?)	() gostei; () não gostei	() difícil no começo, depois ficou fácil; () tudo difícil; () tudo fácil; () umas fáceis, outras difíceis.

5. Dentre as figuras abaixo, escolha qual(is) pode(m) representar melhor a figura de um cientista. Justifique sua resposta.



1. Pessoa que faz muitos experimentos até fazer uma descoberta.

2. Pessoa que discute com os colegas cientistas para convencê-los da sua explicação para os fenômenos.

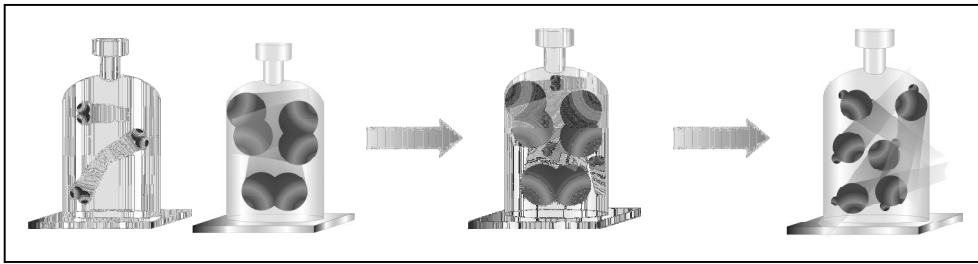
3. Pessoa que, sozinho, pensa e encontra explicação para os fenômenos.

4. Qualquer pessoa que, se estudar e se dedicar pode ser um grande cientista.

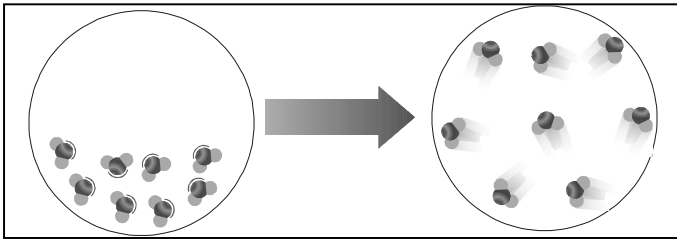
Figura(s) escolhida(s): () 1 () 2 () 3 () 4

Justificativa: _____

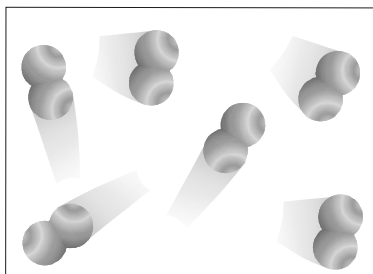
6. Dadas as figuras abaixo, responda:



O que está acontecendo? _____



O que está acontecendo? _____



Identifique um átomo e uma molécula.

7. Qual a sua opinião sobre a inclusão de atividades de investigação em aulas de Química? Você gostaria de participar de atividades como estas nos próximos anos e em outras disciplinas? Justifique.

8. Utilize este espaço caso você queira escrever mais alguma coisa.

APÊNDICE 13:

Roteiro 2: Caso 1 (C1) – alunos que eram entrevistados após cada discussão coletiva

1. Como você descreveria a maneira como respondia as atividades de investigação? Você pesquisava e respondia rapidamente ou ficava pensando sobre o assunto até ter uma idéia? Quanto tempo, em média, você levava para fazer as atividades?
2. Qual sua avaliação final sobre a inclusão de atividades de investigação em aulas de Química? Você gostaria que as aulas de outras disciplinas ou as aulas de Química nos próximos anos fossem mais parecidas com este projeto?
3. Na sua opinião, participar destas atividades ajudou você a fazer mais perguntas em sala de aula? Ou deixou você mais curioso para aprender Química?
4. Como você analisa a aula do seu professor de Química? Você gostaria que alguma coisa fosse diferente?

APÊNDICE 14:

Roteiro 3: Caso 2 (C2) – alunos que participavam das discussões coletivas, mas não respondiam a folha de atividades que levavam para casa

1. Qual sua avaliação final sobre a inclusão de atividades de investigação em aulas de Química? Você gostaria que as aulas de outras disciplinas ou as aulas de Química nos próximos anos fossem mais parecidas com este projeto?
2. Na sua opinião, participar destas atividades ajudou você a fazer mais perguntas em sala de aula? Ou deixou você mais curioso para aprender Química?
3. Como você analisa a aula do seu professor de Química? Você gostaria que alguma coisa fosse diferente?

APÊNDICE 15:

Roteiro 4: Caso 3 (C3) – alunos que não participavam da discussão coletiva nem respondiam a folha de atividades

1. Qual sua avaliação final sobre a inclusão de atividades de investigação em aulas de Química? Você gostaria que as aulas de outras disciplinas ou as aulas de Química nos próximos anos fossem mais parecidas com este projeto?
2. Você tem alguma sugestão para tornar as aulas de Química mais prazerosas? Qual?
3. Como você analisa a aula do seu professor de Química? Você gostaria que alguma coisa fosse diferente?

APÊNDICE 16:

Roteiro 5: Entrevista Inicial para Professores

1. Como você(s) avalia(m) o interesse dos estudantes para aprender Química?
2. O que pode explicar este nível de interesse?
3. Como você(s) avalia(m) a dedicação dos estudantes para estudar Química?
4. Por que é importante estudar Química?
5. O que há de bom e o que há de ruim
 - na escola?
 - no ensino de Química?
6. Se um estudante aprender um conceito químico, por quanto tempo ele se lembrará dele?
7. Você(s) gosta(m) de dar aula?
8. Você(s) acha(m) que é possível fazer com que os estudantes gostem e estudem Química?

APÊNDICE 17:

Roteiro 6: Entrevista de Acompanhamento para Professores

1. Os alunos pediram ajuda em algum momento para você para fazer as atividades?
2. Você sentiu alguma diferença ou no comportamento ou na motivação dos alunos na aula, logo depois que entregavam a atividade de investigação ou logo depois das discussões coletivas?
3. Qual é a sua opinião sobre inclusão desta atividade de investigação em aulas de Química?
4. Você tem alguma sugestão para aumentar a participação dos alunos na entrega das atividades e na discussão coletiva?
5. Se tiver aponte os aspectos positivos do projeto.
6. Se tiver aponte os aspectos negativos do projeto.
7. Você gostaria de falar mais alguma coisa?

APÊNDICE 18:

Roteiro 7: Entrevista Final para Professores

1. Os estudantes pediram sua ajuda para fazer alguma atividade de investigação? Se sim, de que maneira você ajudou?
2. Você sentiu alguma diferença no comportamento ou na motivação dos estudantes após a participação nas atividades de investigação?
3. E da sua parte, você sentiu se as atividades de investigação alteraram sua prática pedagógica de alguma maneira? Como?
4. Qual sua opinião sobre a inclusão das atividades de investigação em aulas de Química?
5. Como você avalia o potencial desta abordagem para:
 - a. Ensinar Química?
 - b. Desenvolver o raciocínio lógico do estudante?
 - c. Motivar o estudante para estudar?
 - d. Motivar o estudante para participar das aulas?

Explique.
6. Aponte, caso exista, os aspectos positivos das atividades de investigação propostas.
7. E quanto aos aspectos negativos?
8. Você gostaria de falar mais alguma coisa?