

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"Júlio de Mesquita Filho"
Programa de Pós-Graduação em
Educação para a Ciência

Fabiana Andrade da Costa Vieira

**Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa
Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma
proposta de ensino**

Bauru
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Programa de Pós-Graduação em
Educação para a Ciência

Fabiana Andrade da Costa Vieira

Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa
Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma
proposta de ensino

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências, sob a orientação da profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Bauru
2012

Vieira, Fabiana Andrade da Costa

Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa
Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta
de ensino/Fabiana Andrade da Costa Vieira, 2012.

149f.

Orientador: Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista.Faculdade
de Ciências, Bauru, 2012.

1. Ensino por investigação. 2. Aprendizagem Significativa
Crítica. 3. Ensino de química. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título

Fabiana Andrade da Costa Vieira

Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências, sob a orientação da profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani.

Banca Examinadora:

Presidente: Profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani
Instituição: Universidade Estadual Paulista – Bauru (SP)

Titular: Profa. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo
Instituição: Universidade Federal do Mato Grosso (MS)

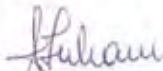
Titular: Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes
Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora (MG)

Titular: Prof. Dr. Antonio Francisco Marques
Instituição: Universidade Estadual Paulista – Bauru (SP)

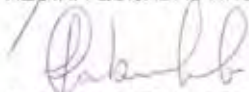
Titular: Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro
Instituição: Universidade Estadual Paulista – Bauru (SP)

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE FABIANA ANDRADE DA COSTA VIEIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

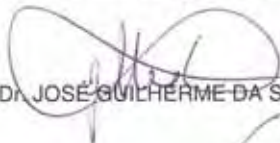
Aos 16 dias do mês de outubro do ano de 2012, às 08:30 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Profa. Dra. IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO do(a) Instituto de Física / Universidade Federal de Mato Grosso, Prof. Dr. JOSÉ GUILHERME DA SILVA LOPES do(a) Departamento de Química / Universidade Federal de Juiz de Fora, Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO do(a) Departamento de Ciências Humanas / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Dr. ANTONIO FRANCISCO MARQUES do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de FABIANA ANDRADE DA COSTA VIEIRA, intitulada "Ensino por Investigação e Aprendizagem Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino". Após a exposição, a discente foi argüida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: A PROVA DA ----- . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Profa. Dra. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI



Profa. Dra. IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO



Prof. Dr. JOSÉ GUILHERME DA SILVA LOPES

Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO

Prof. Dr. ANTONIO FRANCISCO MARQUES

À querida professora e orientadora
Dra Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani
pelos ensinamentos acadêmicos e pessoais
durante este tempo em que estivemos juntas.
Obrigada pelo carinho,
pela disponibilidade e empenho
durante a execução deste trabalho.

Ao Telmo, meu amor!
Por me dar forças para eu seguir em frente,
Por estar ao meu lado sempre,
Por sugerir, discutir e ajudar quando eu me enrolava,
Pelos livros, teses, conselhos e pelo amor.
Obrigada por tudo!

Vítor e Cecília
Tão grandes mesmo ainda tão pequenos.
Obrigada pelo olhar afetuoso,
pelos beijos gostosos,
pelas mensagens no espelho e
pelos sorrisos gratuitos,
mesmo quando a mamãe passava tempos longe de vocês.
Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Juiz de Fora e ao Colégio de Aplicação João XXIII pelo apoio concedido.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP (Campus de Bauru - SP) por proporcionar minha formação doutoral.

À professora Dra Iramaia Jorge Cabral de Paulo pelas reflexões e contribuições tão importantes no exame de qualificação.

Ao professor Dr José Guilherme da Silva Lopes pela leitura e reflexões que proporcionou no exame de qualificação.

À professora Dra Maria Elisa Caputo Ferreira pelo apoio, dedicação e confiança dispensados a todos nós, alunos do Dinter.

Aos professores Dr. Roberto Nardi e a Dr. Ana Maria de Andrade Caldeira pelo apoio que recebi durante o curso.

À Denise Barbosa Felipe e a Andressa Castro Talon, pela disposição em ajudar sempre.

Ao Antônio Geraldo de Paula Freitas e ao José Carlos Batista Leite, por estarem sempre prontos a contribuir.

Ao meu pai por estar presente em todos os meus desafios, sempre disposto a ajudar.

À Anne Torres, amiga e irmã, por sempre estar perto, por me incentivar nos momentos de angústia e por me ajudar com os meninos.

À amiga Sylvia Helena dos Santos Rabello pelas discussões que sempre me norteavam, pela boa companhia nas longas viagens até Bauru e por ter me apresentado ao programa Dinter.

Às colegas muito queridas, companheiras do Dinter, que me aproximei durante essa jornada, Eliana Toledo Sirimarco Franco, que preparava cada passo de nossas viagens a Bauru, oportunizando momentos de descontração, Gislaine Maria Rodrigues e Vânia Fernandes e Silva pela generosidade, companhia e conversas que renderam muitas linhas escritas neste trabalho. Foi muito bom caminhar com vocês.

Às colegas muito especiais que fiz em Bauru. Fúlvia Eloá Maricato, Thaís Benetti de Oliveira e Andrela Parente... obrigada por tudo!

Aos colegas Andréa Vassalo Fagundes, Cláudio Henrique da Silva Teixeira, Edson Eduardo Reinehr, José Luiz Lacerda, José Roberto Tagliati, Leonardo José da Silva, e Nélia Mara da Costa Barros Silva, que me ajudaram de diferentes formas.

Aos colegas do Departamento de Ciências Naturais, que entenderam minha semi-ausência nesse período.

RESUMO

Uma estratégia de ensino que favoreça a investigação pelos alunos, oportunizando o conhecimento científico, tem sido estudada por autores para proporcionar a oportunidade de discussões acerca dos temas e fenômenos em estudo. Considerando o ensino por investigação como uma estratégia capaz de levar os alunos ao debate, estimulando a discussão e a argumentação, a presente pesquisa analisou se esta estratégia de ensino oportuniza uma aprendizagem significativa crítica dos alunos de um colégio público federal de Minas Gerais, se aproximando dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Também investigou qual o papel do professor em uma investigação orientada e de que maneiras esses sujeitos expressam essa experiência relacionando-a ao seu cotidiano. Para a análise dos dados utilizou-se a fenomenologia para captar a expressão dos sujeitos envolvidos no processo e elencar as unidades de significado, para obter possíveis pontes de convergências entre o ensino por investigação e os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Os resultados mostram que esta é uma estratégia de ensino pouco utilizada pelos professores, apesar de favorecer um estreitamento entre a realidade dos alunos e os conceitos científicos, oportunizar a discussão e a formulação de hipóteses, justificar os fenômenos estudados, além de mostrar o papel do professor como orientador e estimulador na aquisição do conhecimento pretendido e de outros conceitos envolvidos para a explicação do fato.

Palavras chave: ensino por investigação; aprendizagem significativa crítica e ensino de química.

ABSTRACT

A teaching strategy that encourages inquiry by students, providing opportunities for scientific knowledge, has been studied by the authors to provide an opportunity for discussions about the issues and phenomena under study. Considering inquiry in science education as a strategy can lead students to debate, stimulating discussion and argument, the present study examined whether this strategy of teaching nurture a critical meaningful learning of students of a public school Federal de Minas Gerais, approaching principles of Critical Theory of Meaningful Learning. We also investigated the role of the teacher in a oriented research and the ways in which these subjects express this experience relating it to their daily lives. For data analysis we used phenomenology to capture the expression of the subjects involved in the process and list the signified units, for possible bridges convergences between Inquiry in science education by the principles of Critical Theory of Meaningful Learning. The results show that this is a teaching strategy used by some teachers, although favoring a narrowing between the reality of students and scientific concepts, make the discussion and formulation of hypotheses, justify the phenomena studied, and show the role of the teacher as leader and stimulating the acquisition of knowledge required and other concepts involved in explaining the fact.

Keywords: Inquiry in science education; Critical Theory of Meaningful Learning and chemistry teaching.

LISTA DE FIGURA

Figura 1: “Princípio da Assimilação” (MOREIRA e MASINI, 1981).....62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Proposições de Cañal pra analisar uma unidade didática..... 90

Quadro 2: Nível de avaliação das proposições elaboradas por Cañal na análise da atividade..... 98

Quadro 3: Classificação dos níveis presentes nas atividades..... 99

Quadro 4: Variações nas atividades que contemplam elementos essenciais do ensino de por investigação e sua aproximação com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa..... 104

Quadro 5: Comparação entre o Ensino por Investigação, Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica..... 123

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| INTRODUÇÃO | 2 |
| 2 O ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL | 9 |
| 3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO | 20 |
| 3.1 A Origem do Ensino por Investigação..... | 22 |
| 3.2 O Significado do Termo Ensino por Investigação | 29 |
| 3.2.1 Ensino por descobrimento dirigido ou aprendizagem como investigação | 30 |
| 3.2.2 Investigação dirigida..... | 31 |
| 3.2.3 Trabalhos de investigação ou processos de investigação orientada | 32 |
| 3.2.4 Ensino por pesquisa..... | 33 |
| 3.2.5 Educar pela pesquisa ou pesquisa na sala de aula | 34 |
| 3.2.6 Ensino por investigação | 36 |
| 3.2.7 Investigação escolar..... | 38 |
| 3.3 O Ensino por Investigação utilizado neste trabalho | 41 |
| 4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 50 |
| 4.1 Aprendizagem Significativa Crítica | 61 |
| 5 METODOLOGIA | 71 |
| 5.1 O Ambiente de Pesquisa | 78 |
| 5.2 O Módulo “Ensino por Investigação” | 78 |
| 5.3 Os Sujeitos da Pesquisa..... | 81 |
| 5.4 A questão da pesquisa | 81 |
| 5.5 Coleta de Dados | 81 |
| 6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO | 85 |
| 6.1 Construção do referencial de análise..... | 86 |
| 6.2 Análise do Módulo ensino por investigação..... | 87 |
| 6.3 Análise Ideográfica | 103 |
| 6.4 Análise Nomotética..... | 103 |
| 7 CONSIDERAÇÕES | 127 |
| 8 REFERÊNCIAS | 131 |

APÊNDICES

APÊNDICE A - Análise Ideográfica

ANEXOS

ANEXO A - Aprovação Comitê de Ética

ANEXO B - Transcrições das aulas do Módulo Ensino por Investigação

ANEXO C - Texto de Leitura

INTRODUÇÃO

Ao longo desses cinco anos como professora de química para alunos do ensino médio tive a oportunidade de me deparar com inúmeros desafios inerentes à profissão dos professores de ciências. Como docente, pude vivenciar o trabalho dos professores de química, refletir sobre as relações estabelecidas no contexto escolar, o papel da docência, do aluno, da escola e da sociedade. Também tive a oportunidade de conhecer a proposta do ensino de química utilizando atividades investigativas, quando estava estudando para a prova de doutorado.

A aprendizagem dos alunos também me chamava atenção. Porque, apesar de tanto empenho, os alunos não tinham vontade de aprender química? Que mudanças metodológicas eu poderia fazer para centrar o ensino no aluno, proporcionar motivação, dar condições dos próprios alunos se tornarem responsáveis, determinados e críticos? Que condições eu poderia criar para possibilitar o desenvolvimento intelectual e emocional dos alunos?

Inúmeras leituras sobre ensino por investigação me levaram a procurar uma teoria de aprendizagem que pudesse fazer uma aproximação entre a estratégia de ensino utilizada e a tão almejada aprendizagem de conceitos científicos dos alunos.

Assim, a presente tese teve como principal motivo de pesquisa o estudo dos processos de aprendizagem significativa em química dos alunos do primeiro ano do ensino médio por meio do ensino por investigação, considerando que quando o aluno obtém a aprendizagem significativamente é porque ele está motivado (NOVAK, 1996) e, portanto, a estratégia utilizada está cumprindo seu papel.

Como pesquisadora procurei me atentar para a percepção desses alunos em relação ao ensino por investigação, como eles e o professor orientam e se relacionam nesse tipo de estratégia de ensino em sala de aula, como ela pode contribuir para a construção do conhecimento químico e como ela pode promover uma aprendizagem significativa crítica.

Entende-se o ensino por investigação como uma abordagem de ensino que reproduz parcialmente a atividade científica, permitindo que os alunos questionem, pesquisem e resolvam problemas, levantando hipóteses e investigando até chegarem a explicação desses fenômenos. Porém, o ensino por investigação deve ser entendido como uma estratégia diferente do ensino por descoberta. Este último faz uma imagem empirista/indutivista do trabalho feito pelos cientistas que é

conduzido de forma mecânica, invariável e linear. Nele, há a convicção de que se pode atingir o cerne da metodologia científica por meio de descrições bem intencionadas do professor, dos manuais escolares ou dos roteiros das aulas, fomentando imitações ingênuas da investigação científica, pois cria nos aprendizes a ilusão de que seguindo este método eles chegarão ao resultado dos cientistas, desconsiderando a diferença que existe entre a construção científica e o ensino de ciências (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

De modo diferente, este trabalho utiliza o ensino por investigação com o objetivo de fomentar nos alunos discussões que levem às informações pretendidas, considerando a importância do professor neste processo, distanciando-se dos currículos estruturados e exaustivos. Há uma tentativa de envolver os alunos cognitivamente e afetivamente, sem lhes dar respostas prontas e prévias, sem conduções muito marcadas pela mão do professor (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

Em 1997, Cañal apresentou uma proposta com base na investigação de situações cotidianas significativas para os alunos. Nela é fundamental que os professores proponham atividades de desenvolvimento de experiências a partir de uma situação problema que leve os alunos à formulação e ao teste de hipóteses com realização de experimentos para construir um caminho para o processo investigativo.

Desta forma, a estratégia de ensino para a pesquisa foi estabelecida, seguindo os critérios do ensino por investigação. Como referencial teórico norteador, os conceitos apresentados por Marco Antonio Moreira sobre aprendizagem significativa, baseados na teoria de David Ausubel, a fim de verificar como o processo de aprendizagem se estrutura para a construção cognitiva do sujeito e quais mecanismos são utilizados, foi também definido, considerando que, pelo pensamento cognitivista-humanista, a aprendizagem ocorre na estrutura cognitiva, por diversos processos que se referem à dinâmica da estrutura cognitiva (PAULO, 2006).

A estratégia desenvolvida nas aulas de química nesta pesquisa convidava os alunos a formularem questões, realizar experimentos, analisar resultados, gerar discussões, procurar explicações, o que possibilitaria a construção de seus próprios conhecimentos a partir da busca de alternativas para resolverem suas dificuldades. Os alunos e o professor eram os responsáveis pelo rumo da investigação, refletindo sobre os problemas e buscando meios para resolvê-los.

Nesse contexto, os rumos tomados pelo estudo aqui relatado decorrem da constatação: apesar da importância do ensino por investigação para o ensino de química, é necessário verificar como se dá a aprendizagem na utilização dessa estratégia e se a aprendizagem é significativa no contexto de sala de aula, ou seja, baseados nos dados desta pesquisa, poderemos, talvez, apresentar uma contribuição fundamental ao ensino por investigação, dizendo se os alunos realmente aprendem química nesta estratégia.

A teoria da aprendizagem significativa, ao descrever o processo de aprendizagem, destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos como fator isolado mais importante na determinação do processo de ensino. No entanto, oferece uma contribuição para o reconhecimento do aluno como sujeito que aprende; das possibilidades de mudança por meio do aprendizado; da necessidade de não transformar diferenças sociais, econômicas, culturais e cognitivas em desigualdades escolares. Assim, o estudo desenvolvido por Ausubel e colaboradores favorece uma amplitude de perspectiva do debate sobre o ensino de química, uma vez que produz uma teoria voltada para a sala de aula.

Novak (1988) propõe uma teoria de educação na qual a teoria da aprendizagem significativa faz parte. Para ele, deve-se considerar a educação como o conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem para o desenvolvimento humano, ou seja, deve-se considerar que seres humanos pensam, sentem e agem e deve-se ajudar a explicar como se pode melhorar as maneiras através das quais as pessoas fazem isso. Qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre aprendiz e professor, é uma experiência afetiva, o que conduz a um engrandecimento humano. Para esta teoria é relevante o que o aluno sente e é este sentimento que tem a ver com a disposição para aprender significativamente.

A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sua hipótese é que a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão; reciprocidade, a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento. Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de

experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam (MOREIRA, M.A., CABALLERO e RODRÍGUEZ, 1997, p.23).

As ideias defendidas por Ausubel, que valorizam o que o aluno já sabe, contrariam o senso comum, “pois implica numa grande mudança na maioria das metáforas que direcionam políticas e procedimentos das escolas” (POSTMAN e WEINGARTNER, 1969, p. 62) levando também a uma possível mudança nas atitudes dos professores em sala de aula, o que pode também ser esperado com o professor que utiliza o ensino por investigação em sala de aula, pois, ao mudar suas estratégias de ensino-aprendizagem, o comportamento dos alunos também pode se transformar: na relação do aluno com ele mesmo, com os outros alunos, com o professor, com o objeto de estudo, com a escola e com a sociedade.

Muito se fala de uma escola capaz de libertar o aluno, de promover a argumentação e um cidadão crítico, que saiba atuar na sociedade em que vive. Em uma abordagem cognitivista, a escola deveria começar ensinando a criança a observar, com um ensino que priorize as atividades feitas pelos próprios alunos, considerando-o inserido em um mundo social. Cabe ao professor o papel de propiciar condições para que se estabeleça uma relação de reciprocidade intelectual entre professor e aluno (MIZUKAMI, 1986).

Pensando nas abordagens dos processos de ensino-aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, de Marco Antônio Moreira, surgiu como um aporte importante capaz de proporcionar este aluno autônomo, que saiba se estabelecer no mundo em que vive.

Neste contexto, uma possível convergência entre os princípios estabelecidos por Moreira, M.A. (2005) e o ensino por investigação nos levou a investigar, neste mesmo trabalho, se a estratégia de ensino-aprendizagem utilizada também era promotora de uma aprendizagem significativa crítica, já que estimulava a liberdade, a argumentação, a discussão, maneiras diferenciadas de dar o conteúdo científico, além da não centralidade no professor. Outras características do ensino por investigação também pareciam estar bem próximas dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, como a formação de alunos críticos e reflexivos, que saibam se comunicar com a sociedade e, principalmente, no aprendizado da ciência.

Portanto, formar um aluno mais reflexivo e crítico talvez seja o objetivo de estratégias de ensino que fujam do ensino tradicional, onde o professor é um transmissor e organizador lógico das idéias, que fica distante dos alunos, que segue programas preestabelecidos, onde as diferenças individuais são ignoradas e que não se favorece a discussão e a argumentação em sala de aula (MIZUKAMI, 1986).

A formação de um cidadão crítico requer estudantes que pensem e reflitam em suas atividades cotidianas e em suas decisões, pois a sociedade só evolui se a educação auxiliar na formação destes sujeitos. Por isso, o ensino por investigação se torna tão importante como estratégia de ensino, pois estimula a argumentação (BIANCHINI, 2011) e as habilidades cognitivas como espírito crítico, reflexão, formulação de novas hipóteses e tomada de decisões (ZULIANI, 2000), fatores estes que favorecem a construção do conhecimento.

Desta forma, os trabalhos sobre a aprendizagem significativa de David Ausubel e sobre aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira assumiram uma possível aproximação com o ensino por investigação e se estabeleceram como referenciais teóricos capazes de alicerçar se a aprendizagem dos conteúdos científicos é realmente significativa e de que forma o ensino por investigação favorece a aprendizagem significativa e a atribuição de sentidos ao conhecimento científico.

Ainda pensando em compreender o fenômeno em estudo, a fenomenologia foi utilizada como metodologia, para levantar as unidades de significado e captar a percepção dos alunos diante desta estratégia de ensino para compreender como o sujeito dá sentido à sua experiência escolar e como ele percebe, constrói e transforma a si próprio nessa aprendizagem.

Com os estudos sobre o ensino por investigação, aprendizagem significativa, aprendizagem significativa crítica e fenomenologia definiram-se a problemática da pesquisa. Da ideia inicial de compreender a experiência dos alunos no ensino por investigação, transcendeu-se o objeto desta pesquisa para as relações com o aprender e com o perceber, além de estabelecer a aproximação entre o ensino por investigação e um aprendizagem significativa crítica. Assim, os objetivos principais desta pesquisa foram:

- Identificar e analisar a aprendizagem dos alunos em uma situação de ensino por investigação;

- Relacionar possíveis aproximações entre o ensino por investigação e os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica;
- Captar a relação que os alunos envolvidos na pesquisa estabelecem com o ensino-aprendizagem, ou seja, como se dá a interpretação desse fenômeno
- Averiguar a relação pedagógica que se estabelece na interação professor-aluno em aulas de química, no ensino por investigação, no processo de construção do conhecimento

E os objetivos específicos foram:

- Descrever o contexto vivenciado pelos alunos em sala de aula, onde eram oferecidos os módulos de ensino por investigação;
- Discutir de que maneiras esses sujeitos expressam essa experiência relacionando-a ao seu cotidiano.

Para nortear todo o estudo feito, leituras foram feitas sobre a trajetória do ensino de química no Brasil. Desta forma, no capítulo 2 descreve-se o caminho histórico sobre o ensino de química no Brasil desde a década de 50, com os projetos do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBCEC, até os dias atuais, com as discussões que almejam a melhoria do ensino de química no Brasil sendo cada vez mais debatidas.

Para dar continuidade, no capítulo 3 descreve-se também o percurso do ensino por investigação em química, desde a sua origem, concebida por John Dewey no início do século XX, passando pelos diferentes significados que foram estabelecidos por alguns autores para este termo. O capítulo termina discorrendo-se sobre a estratégia de ensino por investigação utilizada neste trabalho e justificando esta escolha.

Para analisar a aprendizagem dos alunos em aulas que utilizam o ensino por investigação, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel descrevendo-a no capítulo 4, salientando os principais pontos desta teoria. Os princípios colocados por Marco Antonio Moreira para obter uma Aprendizagem Significativa Crítica encerram tal capítulo, junto com algumas leituras sobre publicações que estudam esta teoria.

No capítulo 5 descreve-se todo o processo metodológico envolvido nesta pesquisa, destacando a importância de uma pesquisa fenomenológica, o ambiente e

os sujeitos que nela estavam envolvidos, a questão norteadora da pesquisa, como ocorreu a coleta de dados e como foi concebido o Módulo “Ensino por Investigação”.

Na análise dos dados e discussão, descritos no capítulo 6, tem-se um exame minucioso da estratégia de ensino utilizada, além de uma análise ideográfica feita para dar suporte à análise nomotética, utilizada para levantar os pontos convergentes entre a atividade realizada em sala de aula com a Aprendizagem Significativa e os Princípios da Aprendizagem Significativa Crítica.

2 O ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

Quando se propõe uma discussão sobre a aprendizagem e percepção dos alunos utilizando o ensino por investigação como estratégia de ensino no processo de aprendizagem de conceitos químicos no ensino médio torna-se importante conhecer como o ensino de química foi inserido no Brasil e suas tendências nas pesquisas que são realizadas na área.

Assim, nesse capítulo descreve-se um breve histórico do ensino de química no Brasil, apontando o início das pesquisas na área e como ela se configura no cenário das pesquisas em ensino.

Entre o fim da década de 1950 e início da década de 1960, a química passou a existir de fato nos currículos do ensino ginásial, atual ensino fundamental, e do colegial, atual ensino médio. O incentivo dado às escolas para o ensino de ciências, prevalecendo o domínio de conteúdos e o desenvolvimento das atividades práticas (experimentais) tinha como objetivo atrair os estudantes para essa área de conhecimento para que eles, futuramente, optassem por ela no ensino superior. As políticas científicas e tecnológicas passaram por um intenso processo de institucionalização, tendo em vista o crescimento e o progresso do país (NASCIMENTO et al., 2010).

As reformas curriculares no Ensino de Ciências no Brasil nas décadas de 1950 e 60 se situam em um momento histórico no qual “[...] a sociedade brasileira se ressentia da falta de matéria-prima e produtos industrializados durante a 2ª Guerra Mundial e no período pós-guerra, pois buscava superar a dependência e se tornar auto-suficiente [...]” (KRASILCHIK, 2000, p.86).

Os projetos do IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), criado em 1946, tinham o objetivo de trazer a investigação científica para o ensino de ciências. Esse instituto tinha o papel de promover uma melhor formação científica dos estudantes que ingressariam no ensino superior (BARRA e LORENZ, 1986).

Para tal função, o IBCEC formulou projetos para melhorar o Ensino de Ciências nas escolas de nível básico. Os projetos visavam o desenvolvimento de investigações científicas pelos alunos através da introdução do método experimental em sala de aula. Assim, os primeiros materiais produzidos pelo IBCEC foram os kits de Química que consistiam em realização de experimentos. Esses kits foram comprados pelo Ministério da Educação e distribuídos nas escolas, além de serem

disponibilizados para venda ao público. A partir dessa experiência, foi instituído no IBCEC um projeto chamado “Iniciação Científica” que produziu kits com manuais de instruções e leituras complementares que contemplavam conceitos de Química, Biologia e Física.

O apoio financeiro para o desenvolvimento dos materiais procedia de capital estrangeiro e também do Ministério da Educação. O capital estrangeiro foi proveniente da Fundação Ford e da Fundação Rockefeller, dos EUA, e da Fundação Nuffield, da Inglaterra. Esse primeiro movimento no Brasil com o IBCEC buscava o desenvolvimento do Ensino de Ciências e vinha ao encontro da crescente valorização da Ciência e da Tecnologia no cenário internacional (BARRA e LORENZ,1986).

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB), instituída em 1961, com a finalidade de renovar o ensino de ciências no país, insere esses “projetos de ensino”, entretanto eles tinham uma visão muito técnica sobre a ciência, além de serem meras cópias dos projetos americanos, sem nenhuma contextualização com a realidade brasileira.

Nessa época, os Estados Unidos estavam reformulando a educação em ciências de seus estudantes, pois estavam preocupados com o avanço tecnológico alcançado pela ex União Soviética (URSS), durante a guerra fria, com o lançamento do Sputnik, em 1957. Esse empreendimento norte-americano “baseava-se na idéia de que a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola secundária em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas” (KRASILCHIK. 2000, p.85).

Para que isso se tornasse realidade, projetos de química foram lançados. Esses projetos de química, Química CHEMS e Chemical Bond Approach – CBA apresentavam um currículo inovador, com materiais instrucionais diferenciados como seqüências didáticas diferentes de conteúdos, questões que estimulavam as discussões entre estudantes e professores, filmes, manuais e equipamentos de laboratório, acompanhados de um guia para o professor. O que diferenciava esses materiais daqueles utilizados na época, era que eles consideravam os procedimentos e a estrutura dos conhecimentos químicos mais importantes que as fórmulas antes propostas.

Na seqüência de projetos propostos, surge também o Ensino de Ciências da Fundação inglesa Nuffield.

Para Krasilchik (2000, p.85)

na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais.

Nesse momento, a pesquisa em ensino de química, que tinha como foco principal o movimento de reforma curricular, se caracterizava por fazer uma oposição aos cursos tradicionais com o objetivo de formar mini-cientistas, articulando aulas experimentais e teóricas. A aprendizagem se daria pela descoberta e a concepção de ciência era totalmente descontextualizada social e culturalmente (SCHNETZLER, 2004). Neste sentido, o aluno, ainda que como o centro do processo, tenta reproduzir o método científico com uma observação cuidadosa e sistemática, sem pensar, mas aceitando e acreditando no que vê (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

Porém, no Brasil esses projetos foram de difícil adaptação visto que a participação dos professores era restrita a dar somente algumas informações aos estudantes, enquanto eles aprendiam sozinhos fazendo os experimentos de química em laboratório, o que ocorria quando a escola tinha um ambiente para o professor desenvolver o planejamento. Mesmo assim, a justificativa brasileira para usar tais projetos estava baseada na importância de preparar os alunos mais capazes para impulsionar o progresso da ciência e tecnologia nacionais para o país poder se tornar auto-suficiente (KRASILCHIK, 2000).

Nessa fase, a ciência era vista como neutra, com isenção dos pesquisadores quanto a valores éticos e morais em relação ao que estavam fazendo. Era finalidade desenvolver somente a racionalidade, a capacidade de fazer observações, preparar e analisar estatísticas e respeitar a exigência de replicabilidade dos experimentos (KRASILCHIK, 2000).

Com a baixa aprendizagem dos alunos através dos projetos de ensino de Química CHEMS e CBA, as investigações na área tomaram novos caminhos. A partir da década de 70, a aprendizagem passa a assumir uma concepção construtivista concebendo o aluno como um construtor de conhecimento e passando a considerar seu conhecimento prévio (ROCHA e SCHNETZLER, 2006). Além disso, começa-se a pensar na ciência como produto do contexto econômico, político e

social (KRASILCHIK, 1987). As pesquisas que se desenvolveram no final dos anos 70 passaram a objetivar resultados que orientassem o desenvolvimento de propostas curriculares usando metodologias qualitativas (SCHNETZLER, 2002).

Com os temas ambientais e os movimentos sociais ganhando mais espaço nas discussões, fortes mudanças nas propostas das disciplinas científicas em todos os níveis de ensino começam ocorrer e as questões sociais da ciência passam a fazer parte das propostas curriculares. A conexão ciência e sociedade exige que os aspectos internos à investigação científica tenham relação com aspectos políticos, econômicos e culturais, relevantes com a vida do estudante (KRASILCHIK, 1987).

Neste período, alguns docentes de química começaram a sentir a necessidade de contribuírem para a melhoria do sistema educacional e passam a desenvolver trabalhos de pesquisa em ensino de química, expostos na primeira seção coordenada, da primeira reunião anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), em 1978. Assim, estes pesquisadores tinham o objetivo de discutir a formação docente e a melhoria do ensino de química no Brasil para um país melhor (SCHNETZLER, 2002). O ensino de ciências também deveria possibilitar aos estudantes uma interpretação crítica do mundo em que viviam a partir do desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e de agir sobre distintas situações e realidades (NASCIMENTO, FERNANDES e MENDONÇA, 2010).

Schenetzler (2002) indica a Divisão de Ensino na Sociedade Brasileira de Química (DEQ), oficialmente criada em 1988, como o primeiro marco no desenvolvimento da pesquisa em ensino de química no Brasil. O segundo marco foi concebido com a realização de Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Química no Brasil. Várias reuniões foram organizadas a partir de 1980, para discutir o ensino de química. Dentre elas estão o Encontro de Debates de Ensino de Química (EDEQ), o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), o Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química e Ciências (ECODEDCs), o Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química (ENNEQs) e o Encontro Sudeste de Ensino de Química (ESEQs) (SCHENETZLER, 2002). A seção de educação nas reuniões anuais da SBQ e na revista Química Nova, foram o marco seguinte para o desenvolvimento do ensino de química no Brasil seguidos de mais 4 marcos, sendo eles: os projetos da Divisão de Ensino de Química/SBQ e a revista Química Nova na Escola, a formação de mestres e doutores em Educação Química, o

desenvolvimento de projetos de ensino e a publicação de livros sobre o ensino de química (SCHNETZLER, 2004).

Na década de 80, o ensino de ciências passa a ter como objetivo as análises das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (KRASILCHIK, 1987) e muitos estudos passam a focar, ainda mais, o processo individual de construção do conhecimento por parte do aluno (Teorias Cognitivistas), enfatizando a aprendizagem dos alunos, principalmente quanto às suas concepções alternativas (SCHNETZLER, 2002), discussões já iniciadas na década de 70. Neste momento, o ensino é visto como promotor de mudanças conceituais dos alunos (SCHNETZLER, 2004). As pesquisas na área de ensino de química passam a estudar como os alunos compreendem os conceitos científicos, como os professores podem promover a mudança conceitual dos alunos e quais modelos e estratégias de ensino utilizar (SCHENETZLER, 2004). Assim, a aprendizagem por descoberta passa a sofrer críticas no sentido da desvalorização, ou até mesmo exclusão, da conflitualidade cognitiva e do erro no processo de aprendizagem (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000). Porém, embora esta aprendizagem procurasse seguir o método científico, com um exercício mecânico e independente do conteúdo e do contexto anterior do ensino por transmissão, é importante salientar que a aprendizagem pela descoberta constituiu um salto qualitativo no ensino de ciências, pois trouxe o trabalho experimental para o centro deste ensino, representando uma nova orientação para o ensino, ainda que ingenuamente, que procurava suprir as dificuldades da construção do conhecimento científico (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

Se por um lado tínhamos o docente como autoridade inquestionável na sala de aula, com a valorização dos métodos e das habilidades didático-técnicas (LABURÚ, CARVALHO e BATISTA, 2001), rotulados como prejudiciais, no outro extremo temos, nesse momento, o professor abdicando de suas funções como orientador do aprendiz, para deixar os alunos construir seus próprios conhecimentos (KRASILCHIK, 1987), pois na tradição construtivista, a aprendizagem é um processo pessoal, individual em que a construção intelectual surge das interações do indivíduo com o mundo. O professor passa a conceber o erro como uma concepção alternativa que está ligada a uma forma de entender o mundo (LABURÚ, CARVALHO e BATISTA, 2001). Porém, as conceituações e considerações do construtivismo chegaram à escola de forma descontextualizada e

com significados distintos. As idéias de ser ativo, pensamento concreto, respeitar o interesse infantil, autonomia, gênese/genético, entre outros, utilizados na teoria construtivista, acabaram por serem associados a condutas enganadas, como por exemplo, o de “deixar a criança solta” (CHAKUR, SILVA e MASSABNI, 2004, p.5), levando aos desvios da teoria construtivista original. Além disso, ao considerar a construção do conhecimento um processo eminentemente individual, esta teoria mostra-se insuficiente em dar conta da complexidade das relações envolvidas no processo de ensino e aprendizagem. Diante de tal constatação, Laburú, Carvalho e Batista (2001, p.156) afirmam que “nenhuma experiência individual pode, de todo, estimular a construção de conceitos científicos, que são, em última instância, construções abstratas, idealizadas”.

Os resultados de muitas pesquisas ocorridas nesta década passaram a dirigir a elaboração de novas propostas curriculares e ademarkar novos rumos para a investigação sobre o ensino e a aprendizagem das ciências. As propostas educativas fundamentadas pelas teorias cognitivistas reiteravam a necessidade dos estudantes não serem receptores passivos de informações ou meros aprendizes, mas sim alunos que deveriam saber usar, questionar, confrontar e reconstruir os conhecimentos científicos (NASCIMENTO, FERNANDES E MENDONÇA, 2010).

Os pobres resultados obtidos com o ensino por descobrimento pareciam mostrar que os objetivos da aprendizagem deviam ser mais modestos e centrar-se novamente na transmissão de conhecimentos para favorecer, pelo menos, uma aquisição memorística. Esta situação de crise favoreceu o modelo de ensino-aprendizagem por transmissão/assimilação de conhecimentos elaborados (AUSUBEL, 1978), assumindo um grande aporte teórico para a pesquisa educacional, ressaltando a importância do papel do professor e a importância dos esquemas conceituais dos alunos (FURIÓ, 2001).

A identidade da nova área da didática das ciências é marcada, no final dos anos 80, pela especificidade do conhecimento científico, que está na raiz dos problemas de ensino e aprendizagem investigados, implicando pesquisas sobre métodos didáticos mais adequados ao ensino daquele conhecimento e investigações sobre processos que melhor dêem conta de necessárias reelaborações conceituais para o ensino daquele conhecimento em contextos escolares determinados. Isso significa que o ensino de química implica a transformação do conhecimento científico/químico em conhecimento escolar,

configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação, “[...] no qual questões centrais sobre o que, como e porque ensinar química constituem o cerne das pesquisas” (SCHNETZLER, 2004).

Desta forma, a corrente construtivista ganha força, pois, para Laburú, Carvalho e Batista (2001, p.159)

saber o que o aprendiz já conhece, encorajando-o a explicitar e a clarificar os seus pensamentos, tornou-se primordial numa atividade dita construtivista. O ensinar transformou-se num processo onde o conhecimento e o entendimento já não passam mais pelo simples ato de transmitir, mas a palavra de ordem é a negociação, como uma atividade de aprendizagem.

Os professores de ciências deveriam desenvolver suas ações educativas considerando a valorização do trabalho coletivo e a mediação dos sistemas simbólicos na relação entre o sujeito cognoscente e a realidade a ser conhecida (NASCIMENTO, FERNANDES, MENDONÇA, 2010) objetivando que suas atividades estimulem a construção do conhecimento científico pelo aluno e sua relação com a maneira de interpretar o mundo (CARVALHO e GIL-PEREZ, 1992).

Ao mesmo tempo em que pesquisas em ensino de química eram desenvolvidas, vários materiais didáticos e projetos curriculares brasileiros foram elaborados, incorporando elementos da perspectiva do momento atual. Dentre os materiais didáticos, podemos citar: o projeto Unidades Modulares de Química (AMBROGI et al., 1987), as propostas pedagógicas de LUTFI (1988 e 1992), a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP – GEPEQ, (1993, 1995, 1998), a coleção de livros de física do GREF (1990, 1991 e 1993), o livro Química na Sociedade (MÓL e SANTOS, 2000) e o livro Química, Energia e Ambiente (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999).

Dentre as recomendações curriculares, podem ser destacadas a Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988), as recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN (1991), e a Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1998) (SANTOS E MORTIMER, 2002). Assim, as temáticas mais frequentes publicadas referiam-se a uma abordagem construtivista e a propostas de ensino configuradas em projetos (SCHNETZLER, 2002).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), em 2000, aconselham que as escolas busquem um redirecionamento do conteúdo das disciplinas, para que os alunos contextualizem os temas abordados e consigam dar significação aos temas estudados (BRASIL, 2000), sugerindo, para que isto ocorra, atenção aos fundamentos da origem e evolução dos saberes que compõem o corpo teórico da disciplina de química (TAVARES e ROGADO, 2005). Neste momento, os PCNEM, 2000, advertem as escolas quanto a necessidade de evitarem o excesso de conteúdos, com suas classificações desnecessárias e que fazem os alunos não serem capazes de estabelecer uma relação entre a química com suas vidas e com a sociedade (BRASIL, 2000). Também estabelecem a essencialidade do reconhecimento discente de que a ciência não é estática – fruto de uma verdade absoluta –, mas mutável, provida de alterações advindas de avanços, erros e conflitos. (BRASIL, 2000).

Para Bejarano e Carvalho (2000) a década de 70 representa o nascimento da pesquisa em ensino de ciências no Brasil, a década de 80 sua juventude e os anos 90 de fato representam a consolidação de uma sólida comunidade de pesquisadores com vasta produção acadêmica.

A década de 90 é marcada por posições epistemológicas mais racionalistas e contemporâneas, pois os pesquisadores passam a realizar trabalhos que incorporam a dimensão sócio-interacionista à análise do processo de ensino aprendizagem, incluindo interações discursivas, entre professor e aluno e entre aluno e aluno, e negociação social de significados para a construção do conhecimento (SCHNETZLER, 2002).

Nessa década, as tendências de investigação do ensino de química passam a considerar o pensamento e a formação docente, a linguagem e a interação pedagógica, o letramento científico e as novas tecnologias de comunicação. A ênfase, nesse período, é marcada pelas relações entre os professores, alunos e conteúdo contextualizadas (SCHNETZLER, 2004). Aprender química é ser introduzido em outra cultura e o processo de ensino e aprendizagem implica em uma negociação de significados entre o professor e o aluno. Nesse momento, o professor passa a ser um mediador do processo de inserção ao mundo científico.

Dentre as comunicações realizadas nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química houve um significativo aumento nas investigações sobre aprendizagem, dificuldades e concepções dos alunos e sobre concepções e

dificuldades de professores. Além dessas, um aumento significativo também foi percebido nos estudos sobre novas tecnologias de comunicação (SCHNETZLER, 2002).

Dessa forma, em relação aos trabalhos sobre Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), maior importância se dá a partir dos anos 90. Pode-se citar a realização, em 1990, da “Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia”, realizada em Brasília, cuja temática central foi a educação científica dos cidadãos. Pode-se considerar, também, que a atual reforma curricular do ensino médio incorpora, em seus objetivos e fundamentos, elementos dos currículos com ênfase em CTS (SANTOS E MORTIMER, 2002).

As questões de pesquisa na década de 90 enfatizavam como articular e ampliar o contexto cultural dos alunos através do ensino de química, como a linguagem contribui para a construção do conhecimento, como formar um professor pesquisador e como melhorar a formação dos formadores de professores de química (SCHNETZLER, 2004). Neste momento, a atividade científica realizada no âmbito das universidades reencontrou seu discurso legitimador principalmente devido à importância crescente da pesquisa básica para o desenvolvimento de novas tecnologias e aos avanços nos processos de inovação industrial (NASCIMENTO, FERNANDES E MENDONÇA, 2010).

As mudanças ocorridas no cenário mundial nesta época influenciavam ativamente o pensamento educacional brasileiro, levando a necessidade de possibilitar a formação do professor reflexivo e pesquisador de sua própria prática educativa. O professor assume o papel de ser aquele que pensa no que faz, que é comprometido com a profissão, autônomo, participativo e reflexivo. Para Pimenta (2005), a formação profissional centrada na epistemologia da prática, com uso da reflexão, análise e a problematização, para que houvesse a construção do conhecimento, partindo do conhecimento tácito (ações) é a definição proposta por Schön de um professor reflexivo.

Com a nova Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (Lei Federal nº 9.394), assinada em 1996, um novo caminho é traçado para a educação brasileira. Com essa Lei, no artigo 21, o ensino médio passa a fazer parte da educação básica, havendo uma reorganização curricular nas áreas do conhecimento. No artigo 26 fica estabelecido que é responsabilidade do ensino

médio consolidar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental e preparar o estudante para o trabalho e para a cidadania, incluindo a formação ética, a autonomia intelectual e a compreensão dos conteúdos científicos e tecnológicos (BRASIL, 1996).

Em meio a essas mudanças, com o objetivo de contribuir com a organização do trabalho pedagógico, o Ministério da Educação lançou, em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para os diferentes níveis de educação básica. Os PCN sinalizam alguns aspectos que podem promover uma mudança no ensino de Química, pois enfatizam temas significativos aos estudantes e à sua formação, como contextualização, interdisciplinaridade, formação por competências e mediação, além de sinalizarem a necessidade de se abordar temáticas em congressos e seminários em ensino de química com a finalidade de modificar as práticas tradicionais na aprendizagem de química. Além disso, os PCN apresentam as competências e as habilidades a serem desenvolvidas no ensino de química com a finalidade de proporcionar ao educando reconhecer a química como uma construção histórica e humana (BRASIL, 1999).

Com orientações educacionais complementares ao PCN, o Ministério da Educação lança, em 2002, o PCN+. Esse novo PCN tinha o objetivo apoiar o professor no desenvolvimento de um currículo por competências (BRASIL, 2002).

Dessa forma, a pesquisa em ensino de química, atividade que começa a ganhar força na década de 70 e vem se estabelecendo solidamente nesses últimos 40 anos com artigos, dissertações, teses, atas e resumos em encontros e congressos científicos que tratam do ensino dessa ciência, apesar de ser formado por um grupo de pesquisadores ainda pequeno, tem passado por um crescimento vertiginoso, se consolidando como um pólo de produção de conhecimento sobre o ensino de química a altura dos desafios colocados pelo ensino formal de química nos diversos níveis de ensino de nosso país (BEJARANO e CARVALHO, 2000).

Portanto, um novo paradigma surge no estudo sobre ensino de química com novas perspectivas sendo discutidas para melhorar a formação, inicial e continuada, dos professores de química, incentivar a formação de formadores de professores e a pesquisa sobre o ensino de química, além do incentivo a criação de mestrados e doutorados em ensino de química nos institutos de química das Universidades (SCHNETZLER, 2004).

Para que isso consiga ser alcançado é necessária a formação de núcleos de pesquisa em ensino de química, pois eles se constituem como espaços de formação científica dos docentes universitários ao trazerem para a realidade dos cursos os avanços pedagógicos produzidos e voltar-se para o ensino praticado dentro do próprio curso de química, além de não esquecer o ensino de química das escolas, envolvendo os professores universitários de química, os alunos de licenciatura (MALDANER, 2000) e os professores da educação básica.

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

A investigação, palavra que surge nos currículos de ciências a partir da década de 70, vem se consolidado como estratégia de ensino nos últimos anos. Os PCN recomendam esta prática de ensino e a UNESCO lançou um documento, em 2005, com o objetivo de promover o interesse dos estudantes dos países da América Latina e Caribe pelas ciências através do ensino por investigação (UNESCO, 2005).

3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A centralização nos conceitos científicos abordados no ensino de química, deixando de lado questões culturais e sociais dos alunos, discutidas mais arduamente nos últimos 20 anos, produziu, ao longo do tempo, um aluno desmotivado e sem interesse pela disciplina. Nesse sentido, se faz necessária uma prática pedagógica capaz de motivar os alunos, despertando o interesse pelo tema proposto pelo professor ampliando a capacidade de aprendizagem e contextualizando o conteúdo científico na vida dos aprendizes.

Nos capítulos anteriores destacou-se o desenvolvimento da área de ensino de ciências e como as tendências das pesquisas na área, principalmente de química, caminharam até os dias atuais. Dentre as diversas estratégias de ensino pesquisadas destaca-se, na área de ensino de ciências, o ensino por investigação. Neste capítulo o foco se coloca sobre a prática de ensino em que os alunos deste estudo estão inseridos: o ensino de química através de atividades investigativas. Embora o ensino por investigação seja uma estratégia de ensino, ela está se constituindo como uma linha de pesquisa através de trabalhos de alguns autores como Gil-Perez (1983 e 1986), Gil-Perez e Castro (1996), Vilches, Solbes e Gil-Perez (2004), Vilches, Marques, Gil-Perez e Praia (2007), Azevedo (2004), Munford e Castro Lima (2007), Sá et al (2007), Sá (2009), Lima (2002), Moraes (2004), Moraes, Galiuzzi e Rams (2002), Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004) e Cañal e Porlan (1987), Cañal (1999), Cañal (2008).

Ensinar por investigação significa fazer um movimento de aproximar os conhecimentos científicos dos conhecimentos escolares, mobilizando a atividade do aprendiz ao invés de sua passividade. Neste trabalho, não entende-se a estratégia de ensino abordada como uma atividade que utiliza uma visão indutivista ingênua da ciência, na qual sua objetividade “deriva do fato de que tanto a observação como o raciocínio indutivo são eles mesmos objetivos e que proposições de observação podem ser averiguadas por qualquer observador pelo uso normal dos sentidos” (CHALMERS, 1993), sem considerar nenhum conhecimento pessoal ou subjetivo por parte do aprendiz.

Não considera-se esta prática como àquela em que os alunos aprendem por conta própria, somente pela observação dos fatos com interpretações limitadas, desprezando a atividade sensorial, deixando de lado a construção ativa do

conhecimento através do diálogo e discussões e sem preocupação com que o aluno já sabe (CACHAPUZ, 2000).

Entende-se o ensino por investigação como aquele capaz de buscar a informação pretendida através das discussões entre os alunos, com a ajuda do professor, deixando um pouco de lado o processo curricular exaustivo e estruturado. Trata-se de buscar respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula.

Assim, além de traçar uma trajetória cronológica acerca do ensino por investigação, apresento os fundamentos desta prática de ensino de ciências, os pressupostos utilizados neste trabalho, como suas concepções estão relacionadas a uma aprendizagem significativa dos alunos e se esta proposta seria uma estratégia de ensino capaz de promover uma aprendizagem significativa crítica.

3.1 A Origem do Ensino por Investigação

A ideia de que a ciência não é simplesmente um corpo teórico de conhecimentos, mas que também inclui um método de trabalho foi enunciada, no campo do ensino, em 1891, por um professor de química chamado H.R. Armstrong, em um momento em que o ensino de ciência era excessivamente memorístico (FURIÓ, 2001). As ideias de Armstrong surgem num movimento de ressaltar a importância da experimentação nas construções científicas, assim como o valor formativo dos seus métodos (FURIÓ, 2001).

Depois de algumas décadas, estas ideias voltam a emergir, com John Dewey. Com o objetivo de levar os estudantes a aprender como observar o mundo natural e como extrair conclusões de suas observações com base na lógica indutiva, a imagem das ciências era baseada no rigor da observação e do raciocínio indutivo, principalmente no século XIX (SÁ, 2009). Para acabar com essa visão, John Dewey, no início do século XX, critica o ensino de ciências que, para ele, só enfatizava o acúmulo de informações acabadas, sem levar o estudante a entender a ciência como um método que ajuda a transformar formas de pensamento (RODRIGUES e BORGES, 2008), sustentando que a ciência é mais que um corpo de conhecimento a ser aprendido e que sofre influência das relações entre ciência e sociedade (DEWEY, 1959).

A perspectiva do ensino por investigação como estratégia metodológica para uma educação científica, foi proposta por John Dewey no início do século passado (BARROW, 2006). As discussões de Dewey se preocupavam com instituições sociais, principalmente a escola, que não acompanhavam as mudanças ocorridas nos Estados Unidos com o desenvolvimento econômico baseado somente nos interesses capitalistas, no início do século XX (PESSOA-PINTO, 2004). Suas indagações eram fundamentadas em torno da educação escolar como possibilidade de construção de uma sociedade mais humana. Ele queria reconstruir a concepção do conhecimento vigente integrando-o aos objetos da ciência, chamando essa integração de experiência. Dessa forma, o que é importante para a vida humana, agora se torna importante para a ciência (PESSOA-PINTO, 2004).

Para Dewey, a ciência se constitui como um método de observação, reflexão e verificação, na qual as verdades vigentes podem ser questionadas e debatidas. Os conhecimentos científicos são fatores pelos quais as “experiências passadas são

purificadas e convertidas em instrumentos para a descoberta e para o progresso” (DEWEY apud TRÓPIA, 2009, p. 34). O conhecimento passa a buscar uma interação entre o método científico e a possibilidade de atuação em questões sociais e morais (PESSOA-PINTO, 2004).

Dewey (1938) discute os principais estágios do método científico como sendo a indução, a dedução, a lógica matemática e o empirismo e articula os objetivos do ensino por investigação para desenvolver o pensamento e a razão, formar hábitos da mente, aprender assuntos da ciência e entender os seus processos (RODRIGUES e BORGES, 2008).

Para Dewey (1971), o método científico seria um modelo eficaz para utilizar as experiências dos estudantes “[...] para delas extrairmos luzes e conhecimentos que nos guiem para frente e para fora em nosso mundo em expansão” (DEWEY, 1971, p.93). Tal método consistia em: definição do problema, sugestão de uma solução, desenvolvimento e aplicação do teste experimental e formulação da conclusão.

Apesar do caráter instrumentalista, o método científico proposto por Dewey (1959) visava “[...] criar e nutrir uma compreensão e uma plena convicção da possibilidade de direção das coisas humanas [...]” (DEWEY, 1959, p.247), no intuito de progredir a uma sociedade mais democrática.

Mesmo assim, as ideias de John Dewey não foram implementadas no sistema educacional norte americano, pela oposição que esse fazia frente ao modelo econômico da época. Suas ideias começaram a se difundir nos EUA e em outros países ao longo do século XX.

Junto às ideias de John Dewey, o ensino de ciências por investigação ganha força com as proposições do educador Joseph Schwab, na segunda metade do século XX. Este afirmava que a ciência era constituída tanto por estruturas conceituais, quanto por procedimentos que foram construídos e revisados ao longo da história. Por isso, o ensino e a aprendizagem da ciência deveriam refletir esse modo de compreender os conhecimentos científicos (SÁ, 2009).

Para Schwab (SCHWAB, 1962 apud RODRIGUES e BORGES, 2008) o importante era que os estudantes entendessem a natureza da investigação científica como uma atividade dinâmica e contínua e não como uma atividade científica investigativa conduzida por ele sozinho. Em sua opinião é importante que o professor apresente aos alunos uma proposta de ensino investigativa e que estes

devem utilizar os processos de investigação para aprender os temas científicos. Para que isto ocorresse era necessário que os professores dessem atenção ao laboratório e usassem experiências para conduzir suas aulas, antes de introduzir a explicação formal de conceitos e princípios da ciência (SÁ, 2009).

A reforma educacional ocorrida a partir da segunda metade do século XX passa a admitir que o ensino baseado na investigação fosse capaz de mostrar a relação entre conteúdos e métodos de forma rigorosa, da mesma forma que o ensino tradicional (RODRIGUES e BORGES, 2008)

As reformas curriculares ocorridas no Brasil nas décadas de 1950 e 60 tinham o objetivo trazer a investigação científica para o ensino de ciências, possibilitada pela criação, em 1946, do IBCEC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura. Esse Instituto tinha como uma de suas finalidades produzir materiais didáticos para o ensino da ciência. Esses materiais eram baseados “[...] no conceito de ciências como um processo de investigação e não só como um corpo de conhecimentos devidamente organizados” (BARRA e LORENZ, 1986, p. 1976).

Nessa época prevalecia um modelo de ciência com uma seqüência fixa de comportamentos a partir da identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses permitindo chegar a uma conclusão e levantar novas questões (KRASILCHIK, 2000).

Os próprios textos dos materiais produzidos diziam que o mais importante era os alunos participarem do processo investigativo, pois só assim eles conseguiriam despertar no aluno o espírito investigador e desenvolver sua capacidade de raciocínio (RAMOS e DIAS, 2011). Porém, essas atividades propostas eram tidas como neutras, sem envolvimento de valores, produzindo uma visão inadequada sobre o caráter da investigação científica.

Para Osborne (2000), a educação científica deve se basear no conhecimento e compreensão de conteúdos científicos, no método de investigação científica e na ciência como empreendimento social, isto é, nas práticas sociais da comunidade científica e não nos conteúdos da ciência e nos conhecimentos bem estabelecidos e consensualmente aceitos. Para que se desenvolva uma compreensão apropriada da ciência, sem distorção do trabalho científico, Osborne (2000) cita a falácia do método científico argumentando que a história das grandes descobertas mostra que os cientistas não seguem um procedimento lógico na maioria das vezes e que os métodos variam consideravelmente de uma ciência para outra (OSBORNE, 2000).

Por outro lado, Ostermann e Moreira, M.A. (1993), indicam que a concepção do método científico, tanto dentro como fora das escolas, como um procedimento definido, testado e confiável, feito a partir da reunião de fatos, através da observação e experimentação cuidadosas e lógicas, que resultam em leis e teorias, em uma sequência linear, indutiva, é equivocada, ou seja, não reflete a lógica da construção do conhecimento científico. (OSTERMANN e MOREIRA, M.A., 1993). Para estes autores a atividade científica não pode ser interpretada como uma receita infalível como, até hoje, sugerem os livros didáticos e muitos professores (OSTERMANN e MOREIRA, M.A., 1993).

Uma retomada da prática de ensino de ciências por investigação se deu a partir do final da década de 80 e início da década de 90, isso porque os EUA e a Inglaterra instituíram um segundo movimento de reforma curricular (DUSCHL, 2008). Nos EUA, o enfoque era levar ciência para todos com o Project 2061 – Science For All Americans (AAAS, 1989), e na Inglaterra, o “Entendimento público da Ciência”, ambos com intuito de alfabetizar a população cientificamente, a fim de que compreendessem um mundo no qual a Ciência e a Tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais (DUSCHL, 2008).

O Project 2061 – Science For All Americans (AAAS, 1989) foi um projeto que tentava explicar o que os estudantes deveriam saber para serem cientificamente alfabetizados e recomendava que o ensino de ciências deveria:

ser consistente com a natureza da investigação científica e que os estudantes deveriam estar a par das coisas ao seu redor como dispositivos, organismos, materiais, formas observando-os, coletando, manipulando, descrevendo-os, fazendo perguntas, discutindo e tentando encontrar respostas para suas perguntas (RODRIGUES e BORGES, 2008, p.10).

Além disso, essas reformas também consideravam a cultura dos estudantes como necessária para o desenvolvimento, avaliação e comunicação do conhecimento científico. Assim, nessas reformas curriculares, a noção de investigação como prática de ensino de ciências assumiu novas perspectivas (DUSCHL, 2008).

Desta forma, o ensino por investigação proposto por Dewey, ainda que instrumentalista, considerava a compreensão acerca da função social da escola, que faz com que o sistema de ensino esteja a serviço da reconstrução não apenas da instrução como também da sociedade, foi responsável por levar ao debate a questão

de ensinar ciências de forma diferenciada e mais humanizada. A partir dele, as discussões sobre ensino por investigação começam a ficar mais evidentes, o que levou a uma investigação científica desenvolvida pelos alunos e professores no contexto educativo que passasse a contemplar dois importantes aspectos:

(a) as discussões sobre a natureza da ciência nas investigações realizadas em sala de aula; a natureza da ciência incorporada ao ensino por investigação em um momento histórico em que discutir essa perspectiva com os alunos possibilitaria entender melhor o que é a atividade científica (SANDOVAL, 2005);

(b) as relações das atividades do ensino de ciências por investigação com aspectos sociais; essas relações entre ciência e sociedade no ensino de ciências tem suas raízes em um movimento iniciado nas décadas de 1960-70 denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que buscava questionar a cultura tecnológica imposta pelas novas descobertas científicas durante a Segunda Guerra Mundial.

Nesta época, concepções inadequadas sobre o trabalho científico também começaram a ser discutidas. Ostermann e Moreira, M.A. (1990) constataram que, entre os professores de ciências, a concepção do método científico como uma sequência lógica e rígida era predominante e que esta ideia era transposta aos alunos (OSTERMANN e MOREIRA, M.A., 1990) o que poderia reforçar ou gerar várias compreensões falsas sobre a ciência. Em 1993, estes mesmos autores discutem algumas concepções errôneas sobre o trabalho científico tais como:

a) o método científico começa na observação, desconsiderando que a observação depende da teoria;

b) o método científico é um procedimento lógico, algorítmico, rígido, ou seja, o método científico não é uma receita, com uma sequência linear que, necessariamente, conduz a uma descoberta;

c) o método científico é indutivo, mas nem sempre com a observação podemos generalizar e criar uma lei;

d) a produção do conhecimento científico é cumulativa, linear. Porém, a produção do conhecimento científico sofre rupturas, quebras e remodelações em sua construção e, esta construção, não é linear.

e) o conhecimento científico é definitivo. Isto não é verdade, o conhecimento está sempre evoluindo.

Ao final deste artigo eles sugerem a possibilidade de ensinar procedimentos científicos ao invés de método científico,

pois o conhecimento científico é produzido por indivíduos que pensam, sentem e fazem – como, de fato, o é – e se há uma constante interação entre pensar, sentir e fazer – como, de fato, há – então, o método científico tal como é ensinado, não existe (OSTERMANN e MOREIRA, M.A., 1993, p.117).

Sandoval (2005) lista duas razões para que reflexões sobre a natureza da ciência sejam incorporadas a prática do ensino de ciências por investigação. A primeira é levar os alunos a compreenderem a natureza da investigação científica, contribuindo para a realização das atividades de investigação em sala de aula. A segunda refere-se ao desenvolvimento da concepção da atividade científica que os alunos possuem. Para o autor (2005, p.237), essa segunda razão é mais importante porque

[...] em sociedades democráticas contemporâneas, os cidadãos necessitam compreender a natureza do conhecimento e da prática científica a fim de participar eficazmente em decisões políticas e interpretar o significado das novas implicações científicas em suas vidas. [...]. Os cidadãos precisam entender o poder que a ciência, potencialmente, pode trazer para a tomada de decisões, bem como os limites da ciência. É preciso que os cidadãos compreendam a Ciência, seus poderes e limites, não porque isso é bom para a Ciência, mas porque isso é crucial para a democracia.

Portanto, atualmente, ensinar ciências por investigação assume uma crítica a atividades investigativas com perspectivas simplistas e pouco reflexivas da ciência.

Algumas iniciativas que integram o ensino por investigação com as práticas pedagógicas começaram a circular no Brasil no final da década de 70 com a formação do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. A partir daí surge, em 2001, o Projeto ABC da Educação Científica – Mão na Massa, e, em 2005, a criação do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (Cecimig), da Faculdade da Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

Na concepção destes projetos, a investigação deve ir além das atividades técnicas instrumentalistas, como coleta e análise de dados, discutindo as relações e

implicações sociais e políticas da investigação científica na sociedade, incluindo as controvérsias e limites da ciência durante a realização das atividades.

Duschl (2005) aponta que a apropriação de atividades no ensino de ciências por investigação deve estar em torno de três objetivos integrados: as estruturas conceituais e cognitivas para compreensão do conhecimento científico; as estruturas epistêmicas que contribuem no desenvolvimento das atividades investigativas nas aulas de ciências; e os processos sociais que remetem as condições de produção dos conhecimentos científicos. As estruturas sociais buscam compreender como o conhecimento é comunicado, discutido, levando em consideração o contexto social, político e econômico em que é produzido.

Dessa maneira, o ensino por investigação deverá ter por base a problematização do aluno, o que corrobora a ideia de construção de conhecimento e de participação ativa pelo sujeito no processo de aprendizagem, ideias defendidas pela teoria da aprendizagem significativa.

3.2 O Significado do Termo Ensino por Investigação

No simpósio Internacional entre os países Líbano, EUA, Israel, Venezuela, Austrália e China experiências sobre o ensino por investigação em ciências foram discutidas, apesar de realidades educacionais completamente diferentes (ABD-EL-KHALICK et al, 2004).

Abd-el-Khalick et al (2004) discutem que o termo Investigação como prática de ensino de ciências assume dezoito diferentes significados em diferentes países. Esses significados vão de concepções apropriadas nas reformas curriculares da década de 50 e 60 de promover o Método Científico na sala de aula às concepções que buscam superar essa visão, trazendo discussões sobre a natureza da ciência e outras dimensões que constituem as condições de produção da ciência. Em outra conferência de mesmo tema, e realizada um ano depois, Grandy e Duschl (2005) ampliaram esse número para 30. Dentre os termos associados à investigação estão: interpretar experimentos, relacionar dados com hipóteses, modelos e teorias, comparar teorias alternativas com dados, apresentar modelos para contrapor modelos e teorias, escrever sobre teorias e modelos, etc. (SÁ, 2009).

Algumas concepções atuais de ensinar ciências por investigação buscam compreender a natureza da investigação científica dentro de outros contextos que eram silenciados na concepção de ciência neutra a partir da aplicação do Método Científico nas propostas curriculares das décadas de 50 e 60.

Desta forma, existem várias definições e propostas para o termo ensino por investigação. Para Zompero e Laború (2011, p.14) é importante fazer esta distinção, com suas aproximações e diferenças,

para proporcionar maior clareza quanto aos fundamentos das atividades consideradas investigativas na perspectiva de diferentes autores, o que vai permitir não só direcionar o trabalho de professores que as empregam na educação básica ou superior, como também nortear pesquisas na área.

Parente (2012) organiza diversas propostas apresentando-as segundo suas características, salientando as diferenças e semelhanças, o que colabora com esta pesquisa, por deixar mais claros os princípios da estratégia aqui escolhida. Segundo a autora (PARENTE, 2012), os autores as definem como:

- Ensino por descobrimento dirigido ou aprendizagem como investigação (GIL-PEREZ, 1983; GIL-PEREZ, 1986);
- Investigação dirigida (GIL-PEREZ e CASTRO, 1996);
- Trabalhos de investigação ou processos de investigação orientada (VILCHES, SOLBES e GIL-PEREZ, 2004; VILCHES, MARQUES, GIL-PEREZ e PRAIA, 2007);
- Ensino por pesquisa (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000; PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PEREZ, 2002; VASCONCELOS, PRAIA, ALMEIDA, 2003);
- Educar pela pesquisa ou pesquisa na sala de aula (LIMA, 2002; MORAES, 2004; MORAES, GALIAZZI e RAMS, 2002; MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004) ;
- Ensino por investigação (AZEVEDO, 2004; MUNFORD e CASTRO LIMA, 2007; SÁ et al 2007; SÁ, 2009) e;
- Investigação escolar (CAÑAL e PORLAN, 1987; CAÑAL, 1999; CAÑAL, 2008).

Descreve-se cada uma delas a seguir. Nas propostas de Azevedo (2004), Munford e Castro Lima (2007), Sá et al (2007) e Sá (2009), de ensino por investigação e na de Cañal (1999 e 2008) e Cañal e Porlan (1987), de investigação escolar, baseamos a proposta realizada nesta pesquisa. Elas foram escolhidas, pois são propostas mais próximas da realidade do trabalho desenvolvido.

3.2.1 Ensino por descobrimento dirigido ou aprendizagem como investigação (GIL-PEREZ, 1983; GIL-PEREZ, 1986)

Assume-se como um método possível de corrigir os erros do ensino por descobrimento e das estratégias apoiadas na aplicação dos métodos científicos, com suas visões simplistas e muito carentes da forma como realmente se produz o conhecimento científico. Essa definição sugere a importância da mudança conceitual e da estrutura cognitiva do aluno.

Para Gil-Perez (1983, p.3, tradução nossa)

colocar os alunos em posição para aplicar esta metodologia, isto é, emissão de hipótese, desenvolvimento de experimentos, execução e

análise dos resultados com rigor, torna-se, assim, uma necessidade para superar tanto os erros conceituais como para compreender, em geral, o resultado do trabalho científico. Em particular, a emissão de hipóteses desempenha um papel insubstituível na explicação das idéias que são os paradigmas iniciais dos alunos.

As atividades desenvolvidas devem considerar a construção de um fato científico, o trabalho em grupos, a emissão de hipóteses e o desenho experimental. Deve buscar situações coerentes com a metodologia científica, refletindo investigações de várias origens.

As perguntas, o planejamento e a realização inerentes a atividade são elaboradas e realizadas pelo próprio professor dentro de um esquema conceitual definido. A introdução da metodologia científica se faz diante a mudança conceitual do aluno e o conhecimento se faz justificado experimentalmente e em concordância com o esquema conceitual definido (PARENTE, 2012).

3.2.2 Investigação dirigida (GIL-PEREZ e CASTRO, 1996)

Gil Perez e Castro (1996 apud ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p.75) ressaltam que as atividades de investigação devem compreender as seguintes características:

apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; contemplar as implicações CTS do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Nesta perspectiva, o professor coloca uma pergunta aberta aos estudantes e, juntos, discutem sobre a questão. O planejamento, realizado pelo professor, utiliza as práticas de laboratório, a resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos. A realização da atividade é conduzida pelo professor, com o levantamento de hipóteses e a elaboração do experimento junto aos estudantes, valorizando a dimensão coletiva do trabalho em sala (PARENTE, 2012).

3.2.3 Trabalhos de investigação ou processos de investigação orientada (VILCHES, SOLBES e GIL-PEREZ, 2004; VILCHES, MARQUES, GIL-PEREZ e PRAIA, 2007)

Nesta proposta as atividades também devem se aproximar das investigações científicas, porém enfatizando a relação ciência, tecnologia e sociedade. A intenção é formar indivíduos que tomem decisões fundamentadas em conhecimento científico diante das questões sociais que nos afetam (PARENTE, 2012). Estes autores (VILCHES et al, 2007) insistem na necessidade de romper com a educação científica praticada até os dias atuais, tanto no ensino médio como na universidade, centrada quase exclusivamente nos aspectos conceituais, dificultando, paradoxalmente, a aprendizagem conceitual. Ressaltam que os processos de investigação mostram que "os estudantes desenvolvem melhor a sua compreensão conceptual e aprendem mais acerca da natureza da ciência quando participam em investigações científicas, desde que haja suficientes oportunidades e apoio para a reflexão" (HODSON, 1992 apud VILCHES et al, 2007, p. 423).

Os conteúdos, nos processos de investigação orientada devem permitir:

em primeiro lugar, aprofundar – em um estágio mais avançado de maturidade – a compreensão da natureza da ciência (incluindo a vivência das estratégias científicas para o tratamento dos problemas) e, em segundo lugar, mostrar a importância das relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e fazer possível a participação pública na tomada de decisões em questões em que a tecnociência desempenha um relevante papel. (Gil-PEREZ e VILCHES, 2005, p.253, tradução nossa).

Nos trabalhos ou processos de investigação orientada a pergunta deve levar a investigação de problemas com importância pessoal e social, sempre inseridas no contexto da ciência e tecnologia. O planejamento deve buscar a aproximação da prática científica e a realização do planejamento é conduzida pelo professor, que deve ressaltar a relevância do estudo que está sendo proposto. Deve haver uma articulação entre o conhecimento que está sendo construído com outros já construídos, com a finalidade de ampliar e modificar a compreensão dos alunos (PARENTE, 2012).

3.2.4 Ensino por pesquisa (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000; PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PEREZ, 2002; VASCONCELOS, PRAIA, ALMEIDA, 2003)

A questão central do Ensino por Pesquisa baseia-se na crítica o movimento de mudanças conceituais centradas numa visão acadêmica do ensino. Isso quer dizer que a educação científica não pode ser somente “em ciências”, mas “através” e “sobre” a ciência e seja comprometida com a alfabetização científica. Para alguns autores (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000), o envolvimento do aluno deve ser de forma cognitiva e afetiva, sem receber respostas prontas, caminhando para respostas a problemas de conteúdo inter e transdisciplinar, cultural e educacionalmente relevante.

Trabalha as capacidades processuais e procedimentais, relativas aos métodos científicos, do aprendiz, o que leva a ampliação do seu pensamento e da sua aprendizagem (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

Esta perspectiva visa não só a compreensão do corpo de conhecimentos e processos científicos, mas pretende igualmente contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000). O ensino por pesquisa faz apelo a conteúdos inter e transdisciplinares, cultural e educacionalmente relevantes. Nesse sentido, um dos objetivos essenciais é a compreensão das relações C-T-S-A (Ciência-Tecnologia- Sociedade-Ambiente), procurando garantir que as aprendizagens se tornem úteis aos alunos numa perspectiva de ação (CANAVARRO, 1999; PRAIA, 1999 apud VASCONCELOS, PRAIA E ALMEIDA, 2003). Trata-se, agora, de valorizar objetivos educacionais (e não meramente instrucionais) que promovam uma avaliação formadora em detrimento da classificatória. Importa avaliar capacidades, atitudes e valores, e não apenas os conteúdos científicos sobrevalorizados no ensino por mudança conceitual. Assim, o ensino por pesquisa preconiza momentos avaliativos ao longo de todo o percurso, auxiliando o aluno a perceber o que faz e a saber quais as estratégias metacognitivas a utilizar em cada tarefa (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000). A pesquisa partilhada e a discussão promovidas na sala de aula desviam a atenção do professor para uma avaliação mais efetiva, tendo em vista regular o processo de ensino-aprendizagem e implicando o aluno na construção do seu conhecimento. O papel ativo do sujeito aparece reclamado, a sua autonomia no ato

de conhecer e o papel central dado à descoberta e à exploração são tidos como decisivos na aprendizagem (VASCONCELOS, PRAIA E ALMEIDA, 2003).

Ao professor cabe a função de

[...] ajudar a clarificar que objetivos se pretende atingir com uma determinada experiência, a fundamentar argumentos, a precisar conceitos, a fomentar a reflexão crítica sobre as ações empreendidas, a explicitar atitudes e valores, a promover a integração de saberes dispersos. (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000, p. 67).

3.2.5 Educar pela pesquisa ou pesquisa na sala de aula (LIMA, 2004; MORAES, 2004; MORAES, GALIAZZI e RAMOS, 2004; MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004)

Educar pela pesquisa se sustenta no tripé do questionamento, da construção de argumentos e na comunicação (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004). Tem o objetivo de envolver alunos e professores em um processo de questionamento das verdades, oportunizando a construção de argumentos que culminem em novas verdades (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004).

Ramos (2004) critica a instituição educativa que utiliza métodos centrados na cópia, na repetição, no prêmio e no castigo e enfatiza a importância das construções discursivas que surgem devido aos processos argumentativos. Defende a possibilidade e a necessidade de usar os princípios da educação pela pesquisa para a construção de uma cultura da argumentação (RAMOS, 2004), que não se baseia no ensino que impede o desenvolvimento do pensar, como no caso do ensino por transmissão (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004), visando possibilitar a construção de conceitos científicos e a formação política do indivíduo com vistas à intervenção na realidade e sua transformação (LIMA, 2004).

Para Moraes, Ramos e Galiazzi (2004) a dúvida leva a uma procura, no movimento de encontrar soluções, isto é, uma nova compreensão pode ser mais significativa quando construída por consequência de um questionamento e expressam isto da seguinte forma:

Para que algo possa ser aperfeiçoado, é preciso criticá-lo, questioná-lo, perceber seus defeitos e limitações. É isto que possibilita por em movimento a pesquisa em sala de aula. O questionar se aplica a tudo que constitui o ser, quer sejam

conhecimentos, atitudes, valores, comportamentos e modos de agir (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004, p.12).

Para tanto, é importante que o aluno se envolva com a pergunta, problematizando sua própria realidade, para que estas perguntas façam sentido para ele.

A pesquisa em sala de aula precisa do envolvimento ativo e reflexivo permanente em seus participantes. A partir do questionamento é fundamental pôr em movimento todo um conjunto de ações, de construção de argumentos que possibilitem superar o estado atual e atingir novos patamares do ser, do fazer e do conhecer (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004, p.16).

Para Parente (2012) no educar pela pesquisa a pergunta é gerada a partir do conhecimento formal e de problemáticas sociais. O planejamento se instaura a partir das hipóteses e dos argumentos que os sujeitos buscam e as respostas se dão a partir dos diferentes pontos de vista levantados durante a discussão. É imprescindível que se faça uma comunicação que pode ser a expressão clara da nova compreensão atingida, dentro do grupo que a produziu, e a divulgação fora do grupo em que aconteceu a pesquisa, na busca por validação e reconhecimento das novas verdades (PARENTE, 2012).

É importante salientar que os resultados dos trabalhos não são apenas a publicação resultante. Na pesquisa em sala de aula é muito mais importante destacar produtos como a construção das habilidades de questionar, de construir argumentos com qualidade e saber comunicar os resultados na medida em que são produzidos. Tudo isso expressa a qualidade política que emerge da pesquisa de sala de aula, qualidade de transformação dos sujeitos que se envolvem no processo, e num segundo momento também de outros sujeitos não diretamente envolvidos (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004, p.7).

O educar pela pesquisa passa a se diferenciar das outras propostas acima discutidas, pois considera o saber acadêmico como fundamental para a construção de um cidadão crítico e que as verdades estabelecidas são construídas através de argumentos e em grupos (PARENTE, 2012).

3.2.6 Ensino por investigação (AZEVEDO, 2004; MUNFORD e CASTRO LIMA, 2007; SÁ et al 2007; SÁ, 2009)

O ensino por investigação critica o ensino de ciências que se realiza por meio de proposições científicas, definidas por leis e princípios e que se estabelecem como verdades de fato, sem nenhuma problematização e sem a promoção de um diálogo que aproxime as teorias e as evidências do mundo real (MUNFORD e CASTRO E LIMA, 2007). Ainda para estas autoras, este tipo de ensino não pode ser visto como uma atividade “aberta”, com os estudantes tendo autonomia para definir as questões, os procedimentos e analisar os resultados e sim, como uma possibilidade de organizar, a partir do professor, várias configurações durante as aulas, possibilitando a aprendizagem de ciências por meio da investigação.

As atividades devem ser acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, que levem os alunos a solucionarem o problema e à introdução de conceitos para os próprios alunos construírem seu conhecimento. A ação do aluno é fundamental neste tipo de estratégia. Ele não deve se limitar somente na manipulação ou observação. Ele deve refletir, discutir, explicar e relatar, aplicando seus conhecimentos à novas situações (SÁ, 2009).

Para Azevedo (2004) “esta estratégia tem como objetivo levar o aluno a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos”. Para esta autora também é muito importante que o aluno veja sentido na atividade aplicada, para que ele saiba o porquê de estar investigando tal fenômeno, pois, nesta proposta de ensino, o professor deve deixar o aluno ser mais ativo durante o processo para haver a aprendizagem e o desenvolvimento dos conteúdos abordados (AZEVEDO, 2004).

Sá (2009) relata que uma atividade investigativa só tem sentido se os estudantes forem envolvidos na tarefa a ser desempenhada, ou seja, a finalidade e o sentido dela devem estar claros para eles. Para ela é importante que haja uma discussão do tema proposto, pois esta discussão

contribui para que os estudantes comecem a formar uma compreensão preliminar da situação problemática, permitindo, assim, a realização de uma análise qualitativa dessa situação, que lhes ajude a considerá-la sob a ótica de um problema preciso (SÁ, 2009, p.26).

Nesta perspectiva, o ensino por investigação torna-se contrário ao método científico descrito nos livros de ciências, como um método fechado, com seqüência lógica e rígida, com o passo a passo a ser seguido dando a ideia de uma ciência definitiva, criada a partir e somente através da observação (AZEVEDO, 2004).

Munford e Castro e Lima (2007) defendem que alguns temas são mais apropriados para esta abordagem enquanto que outros são melhor trabalhados de outra forma. Para elas

o ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora (MUNFORD, CASTRO E LIMA, 2007, p.10).

A promoção de um ensino mais interativo, dialógico e baseados em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos torna o ensino por investigação uma importante estratégia para os professores utilizarem na sala de aula (MUNFORD, CASTRO E LIMA, 2007).

Azevedo (2004) indica quatro estratégias diferentes para serem usadas como investigativas:

1- Demonstrações investigativas: visa o estudo de fenômenos demonstrados pelo professor, diferentemente da utilização do experimento para demonstrar teoria;

2- Laboratório aberto: onde se busca a solução de um problema através de um experimento, destacando os planos de trabalho que devem ser feitos e seguidos na condução da investigação;

3- Questões abertas: consiste na formulação de uma questão do cotidiano para alunos, envolvendo conceitos já discutidos em sala de aula e estimulando o desenvolvimento da argumentação;

4- Problemas abertos: problemas com abordagem preferencialmente CTS, que estimulem a investigação.

Independente de qual estratégia investigativa o professor usar, todas devem

partir de um problema proposto pelo professor, que deve convidar os alunos a levantarem hipóteses sobre possíveis respostas para esse problema e, também, sobre possíveis procedimentos para se chegar a uma solução satisfatória. [...] os alunos devem ser incentivados a registrar medidas eventualmente realizadas, a fazer observações e a propor novas questões. (SÁ, 2009, p.34).

Contudo, é importante que o professor leve os alunos a desenvolver reflexões, relatos e argumentações sobre o fenômeno investigado. Para finalizar, é produtivo que ele dê um “fechamento” ao trabalho, enumerando as principais idéias discutidas durante a atividade, bem como ressaltando e explicando os conceitos científicos nelas envolvidos

3.2.7 Investigação escolar (CAÑAL e PORLAN, 1987; CAÑAL, 1999; CAÑAL, 2008).

Cañal e Porlan (1987) criticam o distanciamento entre a escola e a realidade do aluno, definidas tanto pelos aspectos físicos naturais, tanto pelos culturais, além de um modelo didático baseado na transmissão passiva do conteúdo e na utilização do livro texto como principal recurso.

Definem a investigação escolar com sendo

um processo de aprendizagem baseado na exploração e na capacidade para o pensamento racional comuns em nossa espécie desde o nascimento, assim como características fundamentais do espírito científico que são gradualmente aperfeiçoados na prática, na interação dialética com o desenvolvimento de estruturas conceituais e operatórias dos indivíduos e que é concebida como uma ferramenta a serviço dos objetivos gerais da educação, como parte de uma opção de ensino em geral" (CAÑAL e PORLAN, 1987, p.90, tradução nossa).

Já a aprendizagem é definida por Cañal (1999) como sendo

fruto da modificação e reestruturação do saber progressiva dos alunos, quando algumas de suas concepções iniciais são rejeitadas (totalmente ou em parte) frente às idéias que recebem a partir de seus companheiros, de leituras de seu professor, etc., de forma que estas venham a ser valorizadas como mais adequadas mediante processos de reflexão, debate, observação ou experimentação, no curso das atividades de investigação dos estudantes (CAÑAL, 1999, p.19, tradução nossa).

Quando se utiliza a investigação escolar deve-se considerar as diferenças que existem entre este tipo de método com o método científico, como por exemplo as diferenças de contexto, a capacidade operacional, a estruturação conceitual, a

especialização temática, o domínio das técnicas concretas e a finalidade que existe no científico e na escola (CAÑAL e PORLAN,1987).

É uma estratégia que orienta para o desenvolvimento de uma aprendizagem espontânea, é compatível e adequada para uma concepção construtivista do conhecimento, estimula a interação em aula e os processos comunicativos, além do desenvolvimento da autonomia (CAÑAL e PORLAN, 1987).

Para estes mesmos autores, a investigação escolar engloba três aspectos essenciais. Primeiro, tem-se a investigação do aluno como um processo de aprendizagem significativa, em segundo, tem-se a concepção do professor como facilitador desta aprendizagem e como investigador dos acontecimentos que ocorrem durante a aula e, em terceiro, tem-se o enfoque investigativo e evolutivo do desenvolvimento curricular (CAÑAL e PORLAN, 1987). Para a concretização de uma investigação escolar deve-se adequar o ambiente da sala de aula, promover a formulação de problemas, provocando a curiosidades dos alunos, colocar em jogo suas informações prévias sobre o problema investigado, levantar e confrontar argumentos, relacionar a informação prévia com a nova informação obtida, gerando um processo de construção cognitiva, realizar atividades de aplicação dos novos conhecimentos em contextos diferentes, promovendo o amadurecimento e a generalização das aprendizagens e acumular e difundir as informações.

Parente (2012, p.41) descreve como investigação escolar uma situação onde a pergunta é formulada por um problema social relevante, o planejamento é feito com a interação do

conhecimento conceitual, procedimental inspirado na prática científica, reconhece valores da prática científica, mas assume os valores compartilhados no ensino (professor, estudantes e instituição), transforma o mundo dos estudantes e ao mesmo tempo os faz capazes de intervir no mundo e tomar decisões. O professor lida nesse processo com regras da ciência e com regras de aprendizagem. Recuperar o que diferencia a investigação escolar da investigação científica não é a capacidade de raciocínio (valores epistêmicos, aliás, estes até se aproximam), mas valores próprios (estéticos, éticos...).

A realização da investigação escolar desenvolve o pensamento crítico, ético, estético e tem compromisso com a ciência normativa, enquanto as respostas são concebidas verificando que os resultados não são únicos e que só é valido se compartilhado pelos estudantes e professores (PARENTE, 2012).

Assim, em meio a tantas pesquisas, Laburú e Zompero (2010) realizaram um estudo com base nas diferentes abordagens dadas ao termo atividades investigativas, por diversos autores como Watson (2004); Newman (2004); Azevedo (2006); Carvalho (2006); Duschl (2009), e contataram que existem algumas características comuns quanto a esta estratégia de ensino:

- o engajamento dos alunos para realizar as atividades, as quais são realizadas a partir de um problema;
- a emissão de hipóteses, em que é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos;
- a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade;
- a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio desta metodologia de ensino.

Portanto, embora muitos nomes sejam dado ao ensino por investigação, fundamentalmente ela busca no aluno uma atividade intelectual mais ativa, contrapondo-se ao ensino transmissivo, no qual o aluno apresenta atividade intelectual mais passiva, recebendo as informações prontas do professor, além de não ficar restrita somente a aprendizagem dos conteúdos disciplinares. Neste sentido, Matthews (1994 apud ZOMPERO e LABURÚ, 2010) afirma que a educação científica não pode ficar restrito ao conhecimento de fatos e teorias científicas, mas sim à introdução dos alunos à cultura científica, por meio da qual o aluno possa tomar contato com a sua natureza e a prática do conhecimento científico.

3.3 O Ensino por Investigação utilizado neste trabalho

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. Poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (ZULIANI, 2006).

Na escola os conceitos são apresentados de forma abstrata e distanciados do contexto que lhes deram origem. Ocorre assim uma separação entre o que é aprendido do modo como esse conhecimento é aprendido e utilizado (BROWN et al., 1989). Os mesmos autores descrevem as atividades dos estudantes como centradas em uma forma de raciocínio estruturada a partir de leis, baseadas na manipulação de símbolos para resolver problemas bem definidos, produzindo significados fixos e conceitos imutáveis.

O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART, 2009).

Como descrito no capítulo 2, as reformas curriculares das décadas de 50 e 60 buscavam preparar os jovens para o desenvolvimento científico do país, trazendo a metodologia científica para o ensino de ciências. Com o objetivo de melhorar a qualidade da atuação dos professores de ciências e o currículo utilizado nas escolas, os projetos dos materiais didáticos dessa época indicavam a necessidade de promover o ensino de ciências a partir do processo de investigação.

Barrow (2006) aponta que a ênfase nesses materiais era induzir o aluno a pensar como cientista, levando-o a realizar alguns processos de produção da ciência a partir de etapas, como: observação, classificação, inferência, coleta de dados, controle de variáveis, interpretação dos dados e conclusão.

Os materiais desenvolvidos com ênfase na investigação científica tinham uma perspectiva metodológica que visava planejar e executar experimentos a fim de

possibilitar a vivência dos alunos com o método científico, porém, esses materiais didáticos usados nas escolas até a década de 1990 apresentavam aspectos com concepções inadequadas da atividade científica (MOREIRA, M.A. e OSTERMANN, 1993).

No final da década de 80 e início da década de 90 há uma retomada da investigação como prática de ensino de ciências que se perpetua até os dias atuais. Segundo Duschl (2008), essa retomada se instituiu em um segundo movimento de reformas curriculares nos EUA e na Inglaterra, com o objetivo de alfabetizar a população cientificamente a fim de que compreendessem um mundo onde a ciência e a tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais. Nos Estados Unidos, a investigação é o princípio central dos Parâmetros Nacionais de Ensino de Ciências (NSES – National Science Education Standart), assim como a Proposta Curricular Nacional da Inglaterra que também apresenta orientações para o desenvolvimento desta estratégia de ensino nos currículos de ciência.

O ensino por investigação passou, então a assumir novas perspectivas com discussões sobre a história e natureza da ciências nas investigações proporcionadas em sala de aula e sua relação com aspectos sociais, culturais e políticos (SANDOVAL, 2005).

Assim, diversas pesquisas surgiram a fim de propor o ensino por investigação como uma atividade com caráter motivacional, despertando o interesse e a atenção do aluno com atividades que sejam funcionais, que possam ser feitas com materiais simples, na própria sala de aula e que facilitem a aquisição dos conceitos pelos alunos, além de favorecer que eles mesmos construam seu conhecimento a partir de experiências sobre sua própria realidade.

Hodson (1994) coloca que essa motivação não é fruto da oportunidade de se fazer uma investigação por si só, mas sim da oportunidade de se colocar em prática métodos de aprendizagem mais ativos, para inter-atuar com os professores e com os outros alunos e para organizar seu trabalho. Afirma que o experimento pelo experimento, herdados das reformas das décadas de 1950 e 60, não trazem motivação para os alunos e nem são métodos próximos das formas naturais de aprendizagem. Furió (2001) afirma que a crítica fundamentada no paradigma do ensino-aprendizagem por transmissão verbal dos conhecimentos científicos coloca o ensino habitual, praticado majoritariamente, em questão, pois os resultados desta

transmissão passiva são incompatíveis com os avanços alcançados com o cognitivismo de Ausubel, na década de 70.

Nos últimos anos, o ensino por investigação tem sido foco de discussão de um número cada vez maior de pesquisadores. Alguns desses trabalhos buscam romper com a perspectiva de ciência neutra no ensino de ciências, assumindo a atividade científica como algo dinâmico dentro de um contexto social e político, acabando com a visão da ciência separada da sociedade (TRÓPIA, 2009). Sandoval (2005) afirma que a importância de se trabalhar atividades investigativas em sala de aula fundamenta-se em proporcionar aos alunos uma formação crítica na construção de uma sociedade mais democrática.

Estratégias que enfrentem as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos científicos nas aulas de ciências e que possibilitem a aprendizagem, devem envolver os alunos na busca de respostas e soluções bem articuladas para as questões propostas sem precisar, necessariamente, de um laboratório ou equipamentos sofisticados para esse fim. A riqueza destas atividades está em propiciar ao estudante a oportunidade de trabalhar com coisas e objetos em um exercício de simbolização ou representação. Ela permite conectar símbolos com coisas e situações imaginadas, o que raramente é buscado no laboratório, expandindo os horizontes de sua compreensão.

Uma estratégia que propõe uma problematização dos fenômenos e uma negociação dos significados seria uma alternativa para que a tão almejada aprendizagem dos conceitos científicos acontecesse. Nessa perspectiva, o ensino por investigação utilizado neste estudo é uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, com objetivo de levar os alunos a pensarem, debaterem, justificarem suas ideias e aplicarem seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos (AZEVEDO, 2004).

As propostas que utilizam este princípio devem ser acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e que possibilitem o diálogo entre todos os componentes do processo (AZEVEDO, 2004). Devem discutir a resolução do problema tentando chegar a uma conclusão e, assim, caminhar para a construção do conhecimento científico.

O ensino por investigação é visto como uma abordagem de ensino que permite que os alunos questionem, pesquisem e resolvam problemas (DEBOER, 2006). Alguns autores têm destacado que o engajamento nas atividades do ensino

por investigação pode levar ao aprendizado do discurso da comunidade científica. Esse aprendizado é entendido como uma atividade epistêmica no qual são apropriados também os critérios para avaliar os conhecimentos e os métodos considerados como legítimos dentro da comunidade científica (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2006 e KELLY, 2005).

A atividade de investigação é muito diferente da atividade prática tradicional, onde o problema, o objetivo e o procedimento são dados pelo professor (SÁ et al, 2007), enquanto os alunos simplesmente seguem os passos descritos por ele em um roteiro entregue na hora da aula. A não atuação dos alunos no planejamento do experimento desestimula sua participação no processo de desenvolvimento dos conhecimentos químicos, pois os experimentos já são entregues em protocolos e a eles cabe responder de maneira “correta”.

Nesta proposta de ensino por investigação, os próprios alunos são estimulados a identificarem o problema, levantarem hipóteses, fazerem as escolhas pelos procedimentos e dos materiais com os quais vão trabalhar, além de coletarem os dados e obterem as conclusões. Toda a condução da aula deve ser somente orientada pelo professor, deixando os alunos como sujeitos ativos desse processo.

O processo de investigação orientada conduzida com prazer e segurança proporciona ao aprendiz o interesse em aprender e buscar essa aprendizagem. Para que isso ocorra, é necessário que as atividades propostas sejam bem escolhidas, contidas no cotidiano dos alunos (ZULIANI, 2006).

Para justificar a metodologia investigativa a autora apresenta trechos de Lang da Silveira:

“A observação e a experimentação por si só, não produzem conhecimento”.

“O conhecimento prévio determina como vemos a realidade influenciando a observação”.

“A obtenção de um novo conhecimento é um ato de construção que envolve a imaginação a intuição e a razão, estando sujeita portanto a todo tipo de influências”.

“O abandono de uma teoria implica em reconhecer outra como melhor”. (LANG DA SILVEIRA, 1996 apud ZULIANI, 2006, p. 40).

Fazer e compreender a investigação científica significa combinar conceitos e teorias científicas com processos, tais como observação, inferência, experimentação. Nesse caso, não basta fazer observações e levantar hipóteses

sobre mudanças nas características de uma população de pássaros, nas características de um material ou no movimento de um objeto. Fazer ciência significa se apropriar de teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos, tais como a teoria da seleção natural, a teoria atômica ou as leis de Newton. Esse olhar impregnado de teorias científicas é parte essencial do fazer científico que muitas vezes não recebe a necessária articulação no ensino. (MUNFORD e CASTRO e LIMA, 2007)

Desse modo, o presente trabalho propõe como essencial ao ensino de ciências por investigação que os estudantes engajem-se com perguntas de orientação científica; dêem prioridade às evidências ao responder questões; formulem explicações a partir de evidências; avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico; comuniquem e justifiquem explicações propostas.

Para que isso ocorra, Munford e Castro e Lima (2007), recomendam que, preferencialmente, o professor organize as situações de ensino-aprendizagem de forma que atividades relacionadas a cada um desses componentes componham a “investigação”. Todavia, conforme a situação, nem todos os elementos terão de ser incorporados à seqüência de aulas investigativas. Naturalmente, dessa idéia resulta uma outra, a de que é necessário apresentar um elenco variado de aulas para trabalhar temas através da investigação. Conseqüentemente, seria impossível considerar que uma única aula por si só seja investigativa. Cabe ainda enfatizar que o nível de direcionamento e coordenação por parte do professor varia conforme as condições do contexto de ensino-aprendizagem, tais como disponibilidade de tempo, conceitos a serem trabalhados, características dos estudantes, relações dentro da turma e experiência do docente.

De acordo com Carvalho e colaboradores (1999), para que a atividade experimental tenha caráter investigativo e possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, a resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações características de uma investigação científica. A autora utiliza o termo “Laboratório Aberto” para definir uma atividade experimental investigativa na qual o aluno se envolve na resolução de um problema e, se mobiliza à procura de uma metodologia para a sua resolução. Essa atividade pode ser dividida em seis momentos, segundo

a autora: proposta do trabalho, levantamento de hipóteses, elaboração do plano de trabalho, montagem dos arranjos experimentais e coleta de dados, análise dos dados e conclusão. Esses momentos foram utilizados no Módulo Ensino por Investigação, para nortear o planejamento das atividades pela professora.

No ensino por investigação deve-se discutir muito bem a importância do tema proposto para que os alunos tenham clareza e sentido ao trabalho que irão executar, pois é necessário o envolvimento para que os estudantes comecem a formar uma concepção preliminar da situação problemática, permitindo, assim, a realização de uma análise qualitativa que lhes ajude a estabelecer limites para a situação em questão e transformá-la em um problema preciso (SÁ et al, 2007).

Para que neste contexto o aluno possa ter uma aprendizagem significativa, a investigação deve fundamentar-se na sua própria ação. É ele que deve agir na tentativa de ancorar esses novos conceitos propostos em sua estrutura cognitiva (subsunçores) (AUSUBEL, 2003), mas este processo não ocorre de forma deliberada e sim na maneira como o processo (ensino por investigação) está sendo realizado. Por isso é tão importante que o professor suscite a reflexão, os conhecimentos prévios, a argumentação e a discussão, pois são estes fatores que movimentam o aluno a ancorar os novos conceitos. As novas informações vão interagir com os conceitos relevantes e inclusivos, reelaborando e se estabilizando de forma organizada e hierarquizada. Deste modo, a professora tentou, ao colocar a questão da atividade para o grupo, estimular as discussões e argumentações dos alunos, para que eles estabelecessem um debate capaz de contribuir para a construção do conhecimento científico.

Para que isso ocorra o aluno não pode se limitar apenas ao trabalho de manipulação e a simples observação. Deve também saber o porquê daquele trabalho (AZEVEDO, 2004). O aluno precisa fazer uma associação do novo conteúdo com conceitos já existentes na estrutura cognitiva e, para isso, todo o processo tem que fazer sentido para ele. Se isso não ocorre os novos conceitos não interagem com os subsunçores, e a informação é armazenada de forma arbitrária, não ocorrendo a aprendizagem significativa.

O ensino por investigação se inicia com um problema inicial, que pode ser proposto pelo professor (fato que ocorreu neste trabalho) ou pelos próprios alunos. Na tentativa de solucionar tal problema as habilidades cognitivas e a capacidade de argumentação dos alunos são fomentadas e evidenciadas no momento em que se

estabelece a discussão em sala de aula entre aluno e professor e entre os alunos. Essa participação também pode contribuir para uma maior autonomia e responsabilidade dos estudantes, pois elaborar um procedimento e testar hipóteses exige espírito crítico e habilidades de reflexão (SUART, 2009).

Levantar hipóteses tem um papel importante na construção do conhecimento científico, pois exige que o aluno mobilize sua capacidade criativa e de elaboração conceitual, contribuindo para um trabalho cognitivo e para o desenvolvimento conceitual dos alunos (HODSON, 1988).

Furió (2001) ressalta características do processo de aprendizagem que apresentam algumas similitudes com o ensino por investigação. Dentre elas, destaca-se a necessidade do aluno como um protagonista, concebendo a aprendizagem como uma construção ativa do novo conhecimento por parte do próprio aprendiz a partir do seu conhecimento anterior, ou seja, “o conhecimento não pode ser recebido passivamente, mas tem que ser construído de forma ativa pelo sujeito cognitivo” (FURIÓ, 2001).

Resnick (1983 apud FURIÓ, 2001, p.24, tradução nossa) resume as principais características da orientação da aprendizagem:

- O que há no cérebro e o que vai aprender têm importância. Ou seja, a aprendizagem depende dos conhecimentos prévios do aluno.
- Quem aprende constrói ativamente significados. Ou seja, não se aprende simplesmente reproduzindo o que lêem ou que lhes é ensinado.
- Encontrar sentido supõe estabelecer relações.
- Os alunos são responsáveis pela sua própria aprendizagem.

Segundo Paulo (2006, p.67), deve-se “considerar aquilo que o aprendiz já sabe como ponto de partida para um evento educativo e também considerar os sentimentos que permeiam as relações professor-aluno-material didático como um aspecto fundamental para que ocorra aprendizagem”, para que ocorra um processo de confiança entre o que o professor deseja ensinar e o que o aluno deseja aprender.

Estas concepções de aprendizagem são convergentes com o ensino por investigação, pois eles têm em comum a tentativa de colocar o aluno mais atuante no processo de aprendizagem, tentando identificar e clarear os conhecimentos que eles já têm, reestruturar as ideias ao estabelecerem conflitos durante o

desenvolvimento da proposta, para chegarem a resposta, introduzir novos conceitos durante as discussões e/ou com a intervenção do professor ou da leitura de um texto explicativo e, por fim, aplicar situações onde os alunos possam utilizar seus novos conhecimentos.

As aulas do ensino por investigação devem favorecer a interação entre os alunos e a comunidade científica, representada pelo professor, textos, etc., de maneira que esta interação possa retroalimentar, completar, validar ou refutar as soluções sugeridas às situações propostas, o que leva a (re)construção da realidade subjetiva do aprendiz através da interação social promovida (FURIÓ, 2001).

Devem favorecer o trabalho coletivo dos alunos ao mesmo tempo em que devem detectar mais facilmente as possíveis dificuldades que eles apresentam. Também devem permitir, com mais facilidade, uma avaliação das atividades que estão sendo feitas, constatando quais estão dando ou não o resultado esperado. Este movimento acaba evidenciando a importância da relação professor/aluno, tão discutida na teoria de Novak, e da cumplicidade necessária para que o processo ensino-aprendizagem efetivamente se concretize e evolua (PAULO, 2006).

Para Millar (1987), o objetivo do ensino da ciência, não é que os alunos construam suas próprias ideias sobre o mundo, mas que façam suas teorias científicas bem construídas, a partir de situações problemáticas que favorecem a aprendizagem significativa das concepções científicas mediante uma reconstrução de conhecimentos fundamentada em critérios essenciais à metodologia científica.

Os pressupostos básicos considerados neste trabalho para que o ensino se torne investigativo deve;

- fazer os alunos sentirem-se interessados em participar da investigação colocando uma ou mais questões que sejam interessantes para eles;
- oportunizar a elaboração de hipóteses para explicar o fenômeno estudado, estimulando sua cognição;
- oportunizar a discussão entre os alunos, bem como mecanismos para comprovarem ou refutarem suas hipóteses e,
- estabelecer uma relação entre os alunos e o professor, que se coloca como orientador, dando liberdade ao aluno no processo de construção do seu próprio conhecimento.

Como o centro do ensino por investigação é fazer com que os alunos tenham um papel cognitivo bastante ativo na construção do seu conhecimento, a proposta

realizada neste trabalho buscou engajar os estudantes diante da atividade, estimulá-los a lançar hipóteses, discutir, buscar informações, refletir e comunicar seus estudos aos colegas, com a finalidade de abarcar com mais profundidade os conceitos e proposições da ciência, que podem levar os alunos a uma aprendizagem significativa. Porém, segundo Novak e Ausubel, se o aluno não tiver motivação, ele não irá desejar aprender. Como, então, os professores podem motivar os alunos a aprenderem?

Desta maneira, surgiu a leitura da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, na qual Marco Antonio Moreira (2000), baseado no ensino subversivo de Postman e Weingartner (1969) enfatiza

que a motivação para aprender não se dá apenas no sentido de propor estratégias e recursos didáticos e sugere que o importante também é que o aluno perceba como relevante o novo conhecimento a ser construído e produzido utilizando de maneira não substantiva e não arbitrária os seus subsunçores (Moreira, M.A., 2000 apud PAULO, 2006, p.72).

Para obter os pontos convergentes entre os embasamentos teóricos usados nesta tese descrevem-se, no próximo capítulo, os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, para estabelecer uma relação entre todos, na tentativa de evidenciar que quando são empregadas em conjunto, eles podem potencializar a formação do conhecimento científico e a formação crítica dos alunos.

4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A formação do sujeito ocorre com sua experiência individual e coletiva determinando a identidade dos envolvidos e permitindo a compreensão do mundo para nele poder atuar. Os conteúdos de química para o ensino médio são transmitidos aos alunos por discursos prontos, muitas vezes obtidos dos livros didáticos utilizados, que acabam não se efetivando como práticas que constroem e reconstróem significados.

Desse modo, para o ensino de química, como para outras disciplinas do ensino médio, tem-se que considerar todos os discursos que rondam a sala de aula. Tem-se que reconhecer o conhecimento elaborado pelo aluno, além do conhecimento contido no livro didático, do conhecimento contido na fala do professor e na tradição dos meios de comunicação. Além disso, para facilitar a aprendizagem do conteúdo químico em sala de aula, deve-se organizar o ensino a partir do que o aluno já sabe.

Alguns princípios para guiar a natureza da aprendizagem são destacados por Lemke (2006) quando ele discute novas formas para aprender. Para este autor:

- os alunos precisam aprender a acumular e a internalizar para poderem utilizar aquilo que aprenderam a longo prazo;
- a aprendizagem se dá em diferentes contextos, “devendo ser transferido de um lugar para outro, de uma tarefa a outra, de uma atividade para outra” (LEMKE, 2006, p. 24), e isso não pode ficar restrito somente a sala de aula;
- o aprendizado ocorre através de vários meios e a fala é um meio central para a aprendizagem, porém, aprendemos também através de representações, através da observação e da participação em atividades, isto é, aprendemos significados através da integração de todas estas modalidades. E é esta integração que deve ser ensinada e aprendida;
- deve-se considerar o que se aprende na atividade e de como as aprendizagens afetarão suas ações futuras;

- a aprendizagem ocorre de forma mais natural em grupos, onde se aprende com o outro, sem barreiras de gênero, idade, cultura, classe social, etc.

Ainda segundo Lemke (2006) não há um método único para a educação científica, mas deve-se utilizar diferentes estratégias para apoiar a aprendizagem dos estudantes, mudar as atitudes e crenças dos professores para permitirmos que os estudantes se tornem também responsáveis pela sua própria educação. Deve-se também considerar a individualidade de cada aluno, além de promover uma maior motivação nestes estudantes para aprender ciências.

Aprender ciências se torna, assim, um processo de ativa construção cognitiva, em que o que já se sabe é tão ou mais importante do que o que de novo é descoberto ou transmitido (SEQUEIRA e FREITAS, 1989).

A aprendizagem cognitiva, definida por David Ausubel, pode ser entendida como aquela na qual certo conteúdo se relaciona à estrutura cognitiva de forma organizada, criando um complexo organizado de informações. Estrutura cognitiva, por sua vez, é definida como um conjunto global de ideias sobre determinado assunto, disciplina ou mesmo um conjunto total de pensamentos de um indivíduo, e a forma com que são organizadas (AUSUBEL, 2003)

David Ausubel aborda a Teoria da Aprendizagem Significativa, propondo uma teoria psicoeducativa cognitivista que tenta explicar o processo de ensino-aprendizagem numa perspectiva distanciada do modelo behaviorista prevalecente na época “quando o ensino e a aprendizagem eram focados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados” (MOREIRA, M.A., CABALLERO e RODRÍGUEZ, 1997, p.1). Suas ideias foram formuladas em 1963 e desde então vem influenciando a educação, pois a teoria foi pensada para a aprendizagem produzida no contexto da sala de aula.

Para ele, a aprendizagem é um processo que se dá a partir dos significados que o sujeito estabelece com o mundo em que se vive. Esta aprendizagem se constitui em um processo de armazenamento de informações que, segundo Moreira, M.A. e Masini (1981), se condensam em classes mais genéricas de conhecimentos que vão sendo incorporadas no cérebro do indivíduo e que serão utilizadas futuramente. Dessa forma, desenvolve-se uma organização e integração dos conceitos totais de um indivíduo, o que irá representar sua estrutura cognitiva. Quando os conceitos estão bastante claros e disponíveis na estrutura cognitiva,

tornam-se pontos de ancoragem para novas ideias e informações, além de ocorrer modificações significativas desses conceitos quando algo novo é introduzido.

Moreira, M.A. e Masini (1981, p. 4) destacam que

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, idéia e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Dessa forma, Ausubel define subsunçores como a estrutura do conhecimento específico disponível na estrutura cognitiva, no qual a nova informação se ancora. Essa nova informação é armazenada de forma organizada, levando a uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados e assimilados aos conceitos mais gerais e mais inclusivos.

Esses conteúdos prévios deverão receber novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar novas significações àquelas preexistentes. O próprio autor ressalta que “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 85). Uma vez aprendidos de forma significativa, esse novo conceito em associação com os conceitos gerais preexistentes se tornarão mais elaborados e, portanto mais diferenciados.

Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se relaciona de forma não arbitrária e substantiva com informações já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Essa não arbitrariedade indica que a nova informação deve se relacionar com um aspecto relevante da estrutura cognitiva de quem está aprendendo e não com um aspecto arbitrário qualquer. A substantividade significa que é a essência desta nova informação que deve ser interiorizada e não um conjunto de símbolos usados para expressá-la (ALMEIDA e FONTANINI, 2010).

Neste contexto, a aprendizagem significativa remete a um processo de modificação do conhecimento que acontece a partir de relações que o sujeito estabelece entre sua estrutura cognitiva e as novas informações a que tem acesso. Durante o processo de aprendizagem significativa a estrutura cognitiva sofre incremento de aspectos quantitativos (inclusão de novos conceitos) e/ou qualitativos (modificação ou complementação dos subsunçores). A aprendizagem significativa

pode resultar não só na conexão de novos conceitos da estrutura cognitiva, mas também em conexões entre conceitos já aprendidos que eram vistos como isolados.

Quando não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada, tem-se o que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) definem como uma aprendizagem mecânica, que contrapõe a aprendizagem significativa. Nesse tipo de aprendizagem não ocorre uma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, ou seja, os novos conceitos não interagem com os subsunçores, e a informação é armazenada de forma arbitrária.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) não as colocam como se fossem uma oposta à outra, mas concebem-nas como dois pólos de um “continuum”. A proximidade de um pólo ou do outro, afirma Coll (2002), depende da não arbitrariedade e da substantividade das relações estabelecidas: quanto mais se relaciona o novo material de forma substancial e não arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa; quanto menos se estabelece este tipo de relação, mais próximo se está da aprendizagem memorística.

Entre as vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica estão: permitir o enriquecimento dos conceitos integradores favorecendo assimilações subseqüentes; retenção por mais tempo, redução do risco de impedimento de novas aprendizagens afins; facilitação de novas aprendizagens; favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível e transferibilidade do conteúdo aprendido; favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento (PONTES NETO, 2001).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a interação entre novas informações e conhecimentos prévios pressupõe que os conceitos subsunçores constituam-se enquanto tais e potencializem a aprendizagem, apresentando como características a capacidade de discriminalidade, abrangência, disponibilidade, estabilidade e clareza. A sua efetivação no ambiente escolar se dá, sobretudo, por meio da aprendizagem de conceitos e de proposições (NOVAK, 1981).

Segundo a teoria da aprendizagem significativa há uma distinção no que se refere à aprendizagem por descoberta, na qual o conteúdo que deve ser aprendido é descoberto pelo aprendiz, e a aprendizagem por recepção, na qual o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz na sua forma final. Embora distintas nenhuma

aprendizagem significativa ocorre se não houver a incorporação da nova informação de forma não arbitrária à estrutura cognitiva (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981).

Assim, em crianças, a formação de conceitos é um tipo de aprendizagem por descoberta, onde se levantam e testam hipóteses, da mesma forma que fazem generalizações a partir de instancias mais específicas. Após a criança adquirir vários conceitos através da formação de conceitos, a diferenciação adicional destes e o desenvolvimento de novos prossegue principalmente através da assimilação de conceitos (NOVAK, 1981).

Já crianças mais velhas e adultos adquirem novos conceitos pela assimilação de conceitos, onde conseguem perceber esses atributos e relacioná-los com ideias relevantes já fundamentadas em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981). Nesse processo de assimilação de conceitos o mais significativo envolve a relação, de modo substantivo e não arbitrário, de ideias relevantes estabelecidas com o conteúdo significativo. Do produto dessa relação nasce fenomenologicamente o novo significado. Estas ideias corroboram as propostas do ensino por investigação, na qual o aluno não é um receptor passivo de informações, ele mesmo estabelece relações, discute e constrói o conhecimento científico.

“O caráter do conhecimento muda se for comunicável, debatido e compartilhado” (MOREIRA, M.A., 2002, p.4). É tarefa do ensino, orientar o estudante para que possa superar sua condição inicial no processo de aprendizagem e aprender a aprender (NOVAK, 2000), ou seja, usar estratégias metacognitivas que habilitam o aprendiz a encarregar-se de sua própria aprendizagem de maneira altamente significativa (NOVAK, 1989). Tais estratégias incluem meta-aprendizagem, ou aprender sobre aprendizagem significativa e, metaconhecimento, ou aprender sobre a natureza do conhecimento (NOVAK, 1989).

As estratégias de meta-aprendizagem ajudam o aprendiz a entender que o significado do que aprendemos é uma decorrência dos conceitos e relações conceituais que já temos e das novas relações que incorporamos às estruturas de conhecimento que já possuímos. As estratégias de metaconhecimento, por sua vez, ajudam os estudantes a entender que conceitos são construídos a partir de regularidades percebidas em objetos ou eventos e que usamos rótulos lingüísticos ou simbólicos para designar tais regularidades (NOVAK, 1989, p.62).

Nessa perspectiva, compreende-se como fundamentais para aprendizagem significativa as características dos conceitos que Ausubel (2003) e Ausubel et al (1980) definem como:

[...] objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos criteriais comuns, e que são designados por algum signo ou símbolo, tipicamente uma palavra com significado genérico” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p.61).

“[...] atributos específicos abstratos comuns a uma determinada categoria de objetos, acontecimentos ou fenômenos, apesar da diversidade das dimensões que não as que caracterizam os atributos específicos partilhados por todos os membros da categoria”(AUSUBEL, 2003, p.2 e 92).

Conceitos são compreendidos como unidades de conhecimento que implicam princípios, teorias e procedimentos. Para Novak (2000, p.98) conceitos são “regularidades percebidas em fatos ou objetos, designados por um rótulo”.

A aprendizagem conceitual é caracterizada pela identificação de atributos criteriais que determinam os conceitos. Ausubel afirma que apreender o significado do conceito consiste em compreender quais são os atributos criteriais que o distinguem ou identificam, e não apenas nomeá-lo por meio de um rótulo diretamente vinculado ao referente. Na aprendizagem conceitual os atributos de critérios de um novo conceito relacionam-se com as idéias relevantes na estrutura cognitiva, para darem origem a um novo significado genérico, mais unitário (AUSUBEL, 2003). Esse tipo de aprendizagem pode ocorrer por formação de conceitos – aquisição espontânea e indutiva de idéias genéricas, baseadas em experiências concretas – e por assimilação de conceitos – aos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva são relacionados novos significados apresentados ao indivíduo (AUSUBEL, 2003).

Outra categoria também utilizada para caracterizar a aprendizagem significativa é a aprendizagem representacional. Essa aprendizagem é o tipo mais básico de aprendizagem humana e está relacionada à atribuição de significados a determinados símbolos individuais (ou palavras) e aos eventos aos quais eles se referem. Esses símbolos são convencionais e permitem ao aprendiz conhecer e organizar o mundo exterior e interior (por exemplo: as primeiras palavras que a criança aprende são representações de objetos ou fatos reais).

No caso da aprendizagem proposicional, “[...] uma nova proposição (ou ideia compósita) se relaciona com a estrutura cognitiva para dar origem a um novo significado compósito” (AUSUBEL, 2003, p. 85). Ou seja, o significado da proposição é mais que – e diferente – a soma dos significados isolados das palavras que a compõem:

[...] na medida em que a própria proposição se cria a partir da combinação ou relação de múltiplas palavras individuais (conceitos), representando cada uma delas um referente unitário; e, as palavras individuais se combinam de tal forma (geralmente na forma de frase) que a nova ideia resultante é mais do que a soma dos significados das palavras individuais componentes (AUSUBEL, 2003, p. 85).

Neste caso, ocorre o inverso da aprendizagem representacional. Embora necessite do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos, seu objetivo é mais amplo: aprender o significado das ideias que compõem uma proposição (expressão) por meio da junção dos significados individuais das palavras e dos conceitos.

Os processos cognitivos relativos à aprendizagem proposicional dependem da inclusividade das novas informações em relação às idéias já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Ausubel considera que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa que as aprendizagens conceitual e representacional porque as representações e os conceitos podem constituir os subsunçores para a formação de proposições.

Porém, para facilitar a aprendizagem subsequente, quando não existem, na estrutura cognitiva do aprendiz, os subsunçores, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios como uma das formas de adquiri-los. A outra forma de adquirir esses subsunçores é usar a aprendizagem mecânica para a memorização do novo conhecimento e, a partir dele, estruturar gradualmente o conhecimento sobre o tópico considerado, permitindo a “ancoragem” de novos conhecimentos.

Quando se tem a utilização de organizadores prévios, esses servirão de âncora para a nova aprendizagem levando ao desenvolvimento de subsunçores, ou seja, servindo como uma ponte cognitiva entre o que já se sabe e o que se deve saber, para obter uma aprendizagem significativa (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981).

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados a um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade que o conteúdo do material instrucional a ser aprendido proposto por David P. Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa. Eles se

destinam a servir como pontes cognitivas (subsunçores) entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que possa aprender significativamente o novo conteúdo. Ausubel propõe os organizadores prévios como a estratégia mais eficaz para facilitar a aprendizagem significativa quando o aluno não dispõe, em sua estrutura cognitiva, dos conceitos relevantes para a aprendizagem de um determinado tópico. Os organizadores prévios não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que se segue, simplesmente enfatizando os pontos principais desse material. Na concepção ausubeliana, os organizadores prévios destinam-se a facilitar a aprendizagem de um tópico específico. Por outro lado, os materiais introdutórios construídos para este estudo, são denominados pseudoorganizadores prévios, porque se destinam a facilitar a aprendizagem de uma unidade. (MASINI e MOREIRA, M.A., 1981, p. 14)

O organizador prévio serve para a manipulação deliberada da estrutura cognitiva do estudante com a finalidade de revitalizar significados esquecidos ou buscar, na estrutura cognitiva dos estudantes, significados que guardam uma certa familiaridade com o novo conteúdo (conceitos, idéias...), chamados de organizadores comparativos, mas que não estão sendo utilizados, a fim de desenvolver subsunçores, de modo a favorecer a aprendizagem.

No entanto, não é um processo simples avaliar o que o aprendiz já sabe. O professor deve tentar encontrar fragmentos dos conhecimentos já assimilados na estrutura cognitiva de quem aprende.

Todavia, ainda há a preocupação, com a mobilização da vontade do estudante em relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva para não correr o risco de ter uma mera aprendizagem mecânica e sem significado, mesmo quando o conteúdo for potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003). Da mesma forma, mesmo com vontade e disposição do aprendiz, se o material não for potencialmente significativo, o aluno irá apenas obter uma aprendizagem mecânica.

Para avaliarmos se uma aprendizagem é significativa ou não, Ausubel (2003) propõe que o conteúdo adquirido deve estar claro, preciso e que o estudante deve ter competência em transferi-lo a novas situações para se evitar a “simulação de aprendizagem”. Deve-se utilizar situações novas, diferentes das usadas em seu ensino, ou seja, não familiares e procurar evidencia de uma compreensão significativa, pois:

Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem em memorizar não só proposições e fórmulas, mas

também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos. (MOREIRA, M.A.,1999, p. 16).

Para enfatizar a ocorrência da ligação entre a nova informação e a estrutura cognitiva, Ausubel introduziu o princípio da assimilação, que ajuda a explicar como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. Para ele, o subsunçor não é apenas um objeto no qual a informação fica presa. Ele tem um papel interativo, facilitando a passagem de informações relevantes através de barreiras perceptivas do indivíduo e fornecendo ligação entre a nova informação recém percebida e o conhecimento adquirido anteriormente. Durante esse processo, o subsunçor também é modificado e a informação armazenada se torna um pouco alterada (NOVAK, 1981). Assim, Ausubel indica que a teoria da assimilação expressa o processo dinâmico entre o novo material aprendido e os conceitos (subsunçores) já existentes e descrita na figura 1:

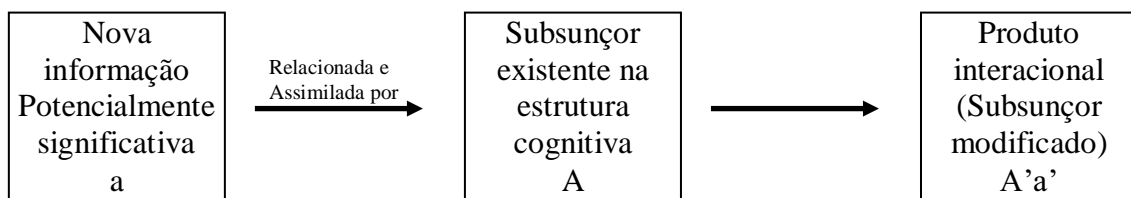


Figura 1: “Princípio da Assimilação”
Fonte: MOREIRA, M.A. e MASINI (1981, p.16)

Ainda durante certo tempo após a assimilação, os conceitos A' e a' são dissociáveis. Espontânea e progressivamente as novas ideias vão se tornando menos dissociáveis da estrutura cognitiva, estágio esse conhecido como obliterador, até se obter o subsunçor modificado A' . Esse processo é chamado de subsunção subordinada, ou aprendizagem.

Há também outras três categorias de aprendizagem pelas quais novos conhecimentos podem interagir com conhecimentos prévios disponíveis na estrutura cognitiva, chamadas de subordinada, superordenada e combinatória. A primeira ocorre quando os novos conceitos vão encaixar em conceitos já existentes na

estrutura cognitiva, ou seja, quando a informação nova é assimilada pelo subsunçor passando a alterá-lo.

A aprendizagem superordenada parte dos subsunçores formando uma ideia mais geral (conceito ou proposição), organizando os subsunçores como parte desta ideia mais genérica, ou seja, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos.

Por outro lado, a aprendizagem combinatória pode ser entendida como uma aprendizagem de proposições ou conteúdos mais amplos que aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Por ser uma aprendizagem de uma proposição global, não guarda um papel de subordinação e nem de superordenação, pois não se liga a conceitos (ou aspectos) específicos da estrutura cognitiva.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel propõe o princípio da diferenciação progressiva que deve ser considerado quando se planeja um conteúdo a ser ensinado (AUSUBEL apud MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981). Assim, ideias mais gerais da disciplina devem ser apresentadas logo no início para, então, serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhe e especificidade (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981).

Para isso, Ausubel se baseia em que as dificuldades de aprendizagem são menores quando, a partir do todo, se olha as partes, do que quando, a partir das partes, tenta-se entender o todo. Sob esta perspectiva, na estrutura mental de um indivíduo, existe certa hierarquia, na qual ideias mais gerais encontram-se no topo, incluindo mais abaixo proposições e conceitos específicos (MOREIRA, M.A., 1999). Assim, surge a chamada reconciliação integrativa, onde a programação do material deve ser elaborada para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Tanto a diferenciação progressiva como a reconciliação integrativa estão relacionadas, pois toda aprendizagem por diferenciação progressiva acaba resultando em uma reconciliação integrativa.

Nesse contexto, o processo de ensino e aprendizagem de química também se dá por uma troca de significados entre o professor e o aluno, cujo efeito pressupõe a iniciação do aprendiz na comunidade de usuários de determinados conhecimentos científicos. Assim, ensinar e aprender são um compartilhamento de significados.

Gowin e Novak (1996) estabelecem que a relação entre professor e aluno é um processo de negociação envolvendo materiais educativos com o objetivo de se estabelecer um compartilhamento de significados. Quando esse objetivo é alcançado, o aluno é quem decide se quer ou não aprender significativamente. Nessa relação, o professor passa a não ser um mero transmissor de conteúdos e o aluno passa a oferecer ao professor, e aos seus colegas, o seu conhecimento prévio, baseado, geralmente, em suas vivências pessoais que irão determinar a sua aprendizagem escolar.

Desse modo, o processo de ensino e de aprendizagem se apresenta como uma responsabilidade de ambos, professor e aluno, e a relação com o outro, com o coletivo e com o social leva à modificação da estrutura cognitiva não apenas como uma atividade interna do sujeito (GOWIN; NOVAK, 1996). Assim, o papel do professor é ser um mediador estimulando a reativação dos conhecimentos prévios e orientando os estudantes a refletirem sobre eles para desenvolverem conceitos cada vez mais próximos daqueles aceitos cientificamente.

A aprendizagem escolar vai além da aquisição de informações e exige também conhecimentos sobre o mundo para que o estudante possa atribuir significado e sentido ao que está sendo ensinado. Privilegiar no ensino a elaboração de conceitos e proposições requer o estímulo, pelos professores, por estratégias que permitam aos alunos desenvolverem o pensamento abstrato e certa destreza para pensar cientificamente.

Para Ausubel e colaboradores (1980, 2003) a aprendizagem significativa não está condicionada à idade – excetuando-se as crianças recém nascidas – nem à prontidão, mas ao conhecimento prévio de que o aluno dispõe, à predisposição para aprender significativamente, à potencialidade do material de aprendizagem e às estratégias instrucionais empregadas pelo docente. Portanto, em qualquer nível de ensino é possível o compartilhamento de significados entre aluno e professor. Essa troca permite a inclusão do aluno na comunidade de usuários de um conhecimento científico socialmente aceito. Ele passa a dominar um instrumental que lhe permite acionar o seu repertório para posicionar-se frente às demandas cotidianas.

Indo além da aprendizagem significativa, Marco Antonio Moreira (2005) propõe a aprendizagem significativa crítica, dentro de uma óptica contemporânea. Assim, nos dias de hoje, não basta obter uma aprendizagem significativa, a aquisição de novos conhecimentos tem que vir de maneira crítica.

4.1 Aprendizagem Significativa Crítica

Primeiramente chamada de Aprendizagem Significativa Subversiva e, depois, de Aprendizagem Significativa Crítica, conforme publicação de 2005 por Moreira, M.A., a aprendizagem significativa crítica é definida como

aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades, mas ao mesmo tempo reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captado pelo grupo. [...] É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente sua grande possibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem torna-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente. (MOREIRA, M.A., 2005, p. 18).

Ou seja, é preciso viver em sociedade e fazer parte dela, mas também é necessário ser crítico e distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está desordenada. Nos dias atuais se torna de fundamental importância uma educação crítica, pois é enorme a disponibilidade de informações. Somente um indivíduo crítico é capaz de “filtrar” informações e detectar aquilo que é importante para chegar ao conhecimento.

Porém, um ensino baseado somente em transmissão passiva, não leva o aluno a pensar. Para que isto ocorra, o ensino deve desenvolver, nos estudantes, habilidades essenciais como entender e relacionar os fatos, para tornar sua aprendizagem significativa e oportunizar a crítica, também fundamental para a formação de um cidadão.

Para promover a aprendizagem significativa crítica, Marco Antonio Moreira (2005) propõe alguns princípios norteadores de didáticas libertadoras para os professores desenvolverem em sala de aula. Estes princípios são orientações para que as atividades educativas se tornem mais eficientes.

1º) Princípio do conhecimento prévio.

Assim como Ausubel definiu aprendemos a partir do que já sabemos. Porém, para aprendermos os conceitos criticamente temos que, primeiramente, aprende-los

significativamente. Dessa forma, os professores devem preparar suas aulas a partir do que os alunos já sabem para propiciarem uma atividade significativa.

2º) Princípio da interação social e do questionamento.

Estimular o questionamento ao invés de dar respostas prontas. Para obter a aprendizagem é essencial que professores e alunos compartilhem significados em relação aos materiais propostos. Essa interação deve ser envolvida com trocas de perguntas para gerar o novo conhecimento.

O que se tem nas escolas atualmente é a mera transmissão de respostas. Primeiro do professor para os alunos em sala de aula e depois do aluno para o professor nas provas. Isso acaba não gerando uma aprendizagem crítica e sim uma aprendizagem mecânica.

3º) Princípio da não centralidade do livro texto.

Deve-se usar uma diversidade de materiais, ou seja, abandonar o material único. A partir de várias formas e materiais pode-se ter uma visão da produção do conhecimento humano. Basta saber descompactá-lo de sua forma original e utilizá-lo para fins instrucionais.

Porém essa seleção tem que ser cuidadosa e diversificada para ser um facilitador da aprendizagem significativa crítica. Para Marco Antonio Moreira (2005), centrar todo o conteúdo em um único tipo de material é uma prática deformadora, enquanto para ser crítica, deve ser formadora.

4º) Princípio do aprendiz como perceptor/representador.

O importante não é o que o aluno recebe, mas como ele percebe essa informação. Essa percepção está ligada à suas percepções prévias. Esta percepção não está ligada apenas às experiências do passado, está, também, fortemente atrelada à funcionalidade, a busca de um sentido, a capacidade da nova informação (ou conteúdo, ou conceito, ou ideia) dar conta de ajudá-lo a compreender, ou dar sentido, as coisas do mundo. Cada percepção é única e ocorre em um dado momento, portanto o professor tem que estar atento, pois cada um percebe o que lhe for ensinado de maneira única, não esquecendo que o professor também tem a sua percepção daquilo que ele está ensinando. Assim, a interação pessoal (professor e aluno) e o questionamento ganham importância na facilitação da aprendizagem significativa.

5º) Princípio do conhecimento da linguagem.

A linguagem implica nossas tentativas de perceber a realidade. Tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem. Assim, para termos compreensão de algo temos que conhecer e ter o domínio da sua linguagem. Desse modo, conhecermos a linguagem das ciências implica em novas possibilidades de percepção, significa um intercâmbio; uma clarificação e uma negociação de significados que só pode ser feita a partir da linguagem. É através dela que temos a interação social e o questionamento e, assim, a possibilidade de facilitação da aprendizagem.

6º) Princípio da consciência semântica.

Implica no processo de dar sentido as palavras. O autor chama a atenção para três conscientizações: a primeira conscientização é de que o significado está nas pessoas e não nas palavras, pois foi atribuído pelas pessoas. Portanto, para os alunos atribuírem um significado a alguma coisa na direção de uma aprendizagem significativa eles têm que ter conhecimentos prévios. Se assim não for, eles somente terão a aprendizagem mecânica, lembrando que o aluno pode não ter o conhecimento prévio ou deliberadamente não atribuir significado.

A segunda conscientização se refere ao fato de que a palavra não é aquilo que ela diz e sim sua representação. Ela só significa a coisa, só a representa.

A terceira conscientização é de que o significado das palavras muda constantemente, pois estamos em um mundo permanentemente em mutação. Se fixamos esse significado podemos dificultar a percepção da mudança e dificultar a aprendizagem significativa. Portanto, para um indivíduo ter uma aprendizagem significativa crítica ele precisa ter consciência semântica para ser capaz de fazer escolhas e tomar decisões.

7º) Princípio da aprendizagem pelo erro.

O homem aprende com seus erros e é de sua natureza errar. Não existe verdade absoluta. O conhecimento é construído através da superação do erro, através da auto-correção. É assim que acontece quando olhamos a história da ciência. Porém, a escola pune ou desconsidera o erro, dando ao aluno a ideia que conhecimento é correto e definitivo, baseando-se apenas no conteúdo presente nos livros didáticos. Para ser uma aprendizagem significativa crítica, seria ideal que o professor estimulasse seus alunos a detectarem erros, ponderando as incertezas e aprendendo com a superação.

8º) Princípio da desaprendizagem.

Não usar o conhecimento prévio (subsunçor) pois ele pode funcionar como um obstáculo epistemológico, isto é, as vezes não conseguimos desprender de certos conceitos e por isso não conseguimos captar outros significados, sendo necessário desaprende-lo. Além disso, temos que ser capazes de identificar conceitos e estratégias relevantes para a sobrevivência. Isso significa que devemos aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante, o que deveria ser ensinado na escola para que os alunos pudessem obter uma aprendizagem significativa crítica.

9º) Princípio da incerteza do conhecimento.

O aluno só terá uma aprendizagem significativa crítica quando ele souber que definições são invenções ou criações humanas, que as perguntas geram aquilo que sabemos e que todo conhecimento é metafórico.

10º) Princípio da não utilização do quadro de giz ou de qualquer veículo simplesmente transmissor do conteúdo.

Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino. O ensino tradicional onde os professores passam a matéria no quadro, os alunos copiam, decoram e reproduzem não traz uma aprendizagem significativa. O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam o ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica.

11º) Princípio do abandono da narrativa.

Deixar o aluno falar. Os professores devem parar de narrar suas aulas, pois desse modo eles apenas transmitem informações e a aprendizagem não se torna significativa e é esquecida depois de certo tempo, pois este é um meio ineficaz de ensinar. É importante criar oportunidade para o aluno interpretar, externalizar significados em construção, negociando-os com seus colegas e professor. Este, por sua vez, tem que deixar de ter na narrativa o principal foco metodológico. Deve-se buscar situações de aprendizagem que alterem a apreciação do mundo pelos estudantes, aprofundando-a, ampliando-a e generalizando-a, ou seja, uma aprendizagem crítica. O professor como um mediador e ensino centrado no aluno. Assim, eles discutem, buscam significados entre si e apresentam suas atividades colaborativamente. O aluno se torna ativo do processo de ensino.

Após apresentar os princípios elencados por Moreira, o presente estudo tenta fazer uma síntese dos trabalhos desenvolvidos no Brasil com este tema. Para isto, levantou-se alguns estudos apresentados nos Encontros Nacionais de

Aprendizagem Significativa (ENAS), para mostrar como esta teoria tem sido cada vez mais difundida no Brasil.

No primeiro encontro, realizado em Campo Grande - MS, no ano de 2005, nenhum trabalho com o intuito de estudar esta teoria propriamente dita foi realizado. Porém, Moraes (2005) apresentou um estudo intitulado “A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais, com apoio de um software específico”, onde debate os resultados dos processos de ensino-aprendizagem em biologia. Acompanhando alunos do primeiro ano do ensino médio, com atividades planejadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, o uso de mapas conceituais de Novak e um programa específico de computador (CMap Tools) ele conseguiu promover motivação e melhor desempenho do grupo, favorecendo a aprendizagem significativa. Assim, neste trabalho, ele discorre sobre os desafios da escola que, para ele, um dos maiores é

prover o aluno dos conhecimentos necessários para esse entendimento, ao mesmo tempo que desenvolve a consciência crítica, para que ele possa fazer suas escolhas de forma consciente num mundo cada vez mais dominado pelos conhecimentos científicos e tecnológicos. Formar este tipo de cidadão, portanto, é um desafio a qualquer escola (MORAES, 2005, p.122).

No mesmo encontro, com o trabalho “Aprendizagem Significativa: o conceito de seres vivos na concepção de alunos nas séries iniciais” as autoras Piatti e Teixeira (2005, p.135) escrevem que a aula de ciências deve ser

um espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas e de vários sistemas explicativos. Contrapor e avaliar diferentes explicações favorece o desenvolvimento de postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa.

Ressaltam ainda a importância de um ensino de ciências, que propicie a compreensão do fenômeno da vida no mundo, postura essencial para que os alunos adquiram a capacidade de atuar criticamente no mundo (PIATTI e TEIXEIRA, 2005).

Desta forma, ainda que não como foco do estudo, neste primeiro encontro já começaram a aparecer alguns trabalhos que apontavam a importância da formação de um aluno crítico.

No segundo ENAS, ocorrido em Canela – RS, no ano de 2008, dois trabalhos podem ser destacados ao falarem em uma Aprendizagem Significativa Crítica.

No primeiro deles, a autora tenta fazer uma aproximação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, com a pedagogia Humanizadora de Paulo Freire. Cita o termo “pedagogia significativa subversiva humanizadora” como sendo uma “pedagogia que agregaria aos princípios da aprendizagem significativa subversiva, a dimensão do impacto social da educação como projeto de humanização da sociedade proposta por Freire” (MOREIRA, M.A., 2008, p.100). Em alguns aspectos, a teoria Freiriana pode levar à aprendizagem significativa crítica, como os pontos salientados pela mesma autora, tais como:

- o professor como alguém que também está inacabado, que está em formação e que, portanto, tem o que aprender e isto busca ao ensinar;
- o professor com um projeto de ensino assentado em um projeto de sociedade;
- o professor que assume compromisso social, político e ideológico em relação ao projeto que tem de sociedade;
- o professor com esperança e amor; não assistencialista, amor que instrumentaliza para a autonomia;
- ação educativa na dimensão do diálogo horizontal;
- a palavra e a autoria – alfabetizar para refletir, para falar, para autorar, para agir;
- reflexão para ação;
- processo educativo como processo de empoderamento “empowerment”, não só na dimensão individual da vida do educando, mas na dimensão da sua atuação político-social na construção de um sociedade humana (MOREIRA, M.A., 2008, p.100).

Já no segundo trabalho apresentado neste mesmo encontro, Venâncio e Kato (2008) apresentam resultados da contribuição da Modelagem Matemática no favorecimento da Aprendizagem Significativa Crítica. Através da construção de mapas conceituais pelos alunos, eles puderam observar a organização dos conhecimentos na estrutura cognitiva dos alunos. O ambiente gerado por esta proposta foi gerador de discussões que conduziram à Aprendizagem Significativa dos conceitos envolvidos e à formação de uma consciência crítica.

Para os mesmos autores

a aprendizagem significativa crítica evidencia, em nossos dias atuais, a importância de proporcionar ao aluno condições para a construção e reconstrução do conhecimento em uma perspectiva de criticidade, para perceber o que é relevante para sua participação

efetiva em um mundo em constantes transformações (VENÂNCIO e KATO, 2008, p.263).

Em São Paulo – SP, no ano de 2010, ocorreu o terceiro Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa e o VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa. Dos trabalhos publicados neste encontro, quatro deles falavam da Aprendizagem Significativa Crítica. Dois deles eram de Stefanie Merker Moreira. No mesmo caminho do trabalho publicado em 2005, a autora faz uma aproximação da Aprendizagem Significativa Crítica e a pedagogia de Paulo Freire “como caminho para a melhoria da qualidade da educação no Brasil” (MOREIRA, S., 2010, p.13), alertando para a necessidade de se ter um professor subversivo, mas também na necessidade de alunos que queiram esta subversão. Somente os dois, professores e alunos, juntos, serão conduzidos à aprendizagem significativa crítica.

Com a mesma linha de estudo, em seu segundo trabalho publicado neste encontro, Moreira, S. (2010) assume a Aprendizagem Significativa Crítica para a Humanização como caminho para a melhoria da qualidade na formação de professores. Em sua opinião, para que os professores da educação básica possam desempenhar suas práticas neste sentido é essencial “que vivenciem a aprendizagem nesse sentido como experiência constante na sua formação” (MOREIRA, S., 2010, p. 343), sinalizando a necessidade dos cursos de formação de professores serem mais efetivos no sentido de viabilizarem a aprendizagem significativa crítica para a humanização, colocando no processo de formação a necessidade de identificar, expressar e reconstruir representações sociais de alguns conceitos.

Também continuando suas linhas de estudo, Silva, Nogueira e Kato (2010), abordam, neste terceiro ENAS, as contribuições da Modelagem Matemática para o favorecimento da Aprendizagem Significativa Crítica. Segundo estas autoras, a metodologia de ensino utilizada (Modelagem matemática) pode favorecer a aprendizagem significativa crítica, pois incentiva a participação efetiva dos alunos na atividade, além de usar materiais diversificados de ensino.

Em uma investigação publicada neste encontro, Amaral e Lima (2010), buscaram compreender como uma metodologia de ensino, que utilizava princípios do Educar pela Pesquisa, da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Significativa Crítica, podia proporcionar uma (re) construção de conhecimentos e maior autonomia na aprendizagem dos alunos. Os resultados encontrados por esta

pesquisa mostram alguns aspectos relevantes para a (re) construção do conhecimento, tais como

- quem decide se vai aprender significativamente ou não é o próprio estudante;
- as estratégias de ensino utilizadas colaboraram para a construção de conhecimentos, ou seja, o uso da pesquisa em sala de aula, pois a leitura sobre determinado assunto leva à de outro e assim sucessivamente;
- a mediação do professor é, de fato, essencial para se alcançarem resultados importantes;
- que um ensino de qualidade pode ser iniciado por aqueles elementos que o aluno já conhece, para que a lição a ser aprendida seja relevante à sua estrutura cognitiva, possibilitando o desenvolvimento das competências requeridas em sua área de atuação;
- a urgente mudança da prática docente (AMARAL e LIMA, 2010, p.97).

O quarto ENAS foi realizado em Garanhuns – PE, no ano de 2012. Não houve ainda a publicação dos anais com os trabalhos completos, mas foram divulgados os resumos. Neles encontramos dois trabalhos referentes à aprendizagem significativa crítica. Em um deles, Carvalho e Corrêa (2012), em consonância com os aspectos teóricos – Teoria da Aprendizagem Significativa e Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica - que fundamentaram o trabalho realizado, com o projeto Político Pedagógico da escola e com o plano de ensino de matemática, encontraram que as atividades realizadas em aula proporcionaram a discussão dos alunos, o que levou ao interesse e motivação para a aprendizagem de conceitos matemáticos, além de encontrarem alguns princípios da TASC que facilitam a aprendizagem significativa.

No segundo resumo, ROJAS (2012) apresenta a análise realizada em uma sequência de ensino, sobre conceitos de astronomia, desenvolvida segundo a TASC e implementada em estudantes do ensino médio, na Argentina.

Além dos trabalhos apresentados nestes encontros, outros trabalhos foram publicados seguindo a teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (PAULO, 2006; AMARAL, 2010 LUCAS e BATISTA, 2011 e SILVA, KATO e PAULO, 2012).

Todos os trabalhos tem em comum o fato de tentarem evidenciar como os professores podem propiciar uma aprendizagem significativa e torná-la crítica. Para SILVA, PAULO e KATO (2012, p.119), a atividade proposta na pesquisa – modelagem matemática - apresentou os princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica, pois

os trabalhos em grupo podem oportunizar a interação social e a procura por um modelo que descreva melhor determinada situação ou que resolva algum problema pode suscitar questionamentos. A validação do modelo ou análise da solução encontrada também pode levar à reflexão sobre o erro ou à necessidade de reformulações.

Lucas e Batista (2011) descrevem uma sequência didática, para o ensino de evolução biológica, a partir dos aportes de História e Filosofia da Ciência, Aprendizagem Significativa Crítica e Didática das Ciências, considerando os possíveis benefícios da aprendizagem significativa crítica articulada à discussão de sistemas axiológicos e concebendo o uso do princípio da interação social e do questionamento (ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas) frente aos problemas existentes no ensino de evolução biológica (influências axiológicas, religiosas, filosóficas, míticas, etc.), buscando utilizar esse tipo de abordagem em sua sequência didática. Concluem que a busca de alternativas didáticas que busquem uma aprendizagem significativa crítica, podem colaborar com o processo de construção do conhecimento.

Com a intenção de verificar se a pesquisa pode contribuir para (re) construção de conhecimentos e maior autonomia na aprendizagem, Amaral (2010), utilizou uma proposta de ensino diferenciada, a educação pela pesquisa. Em seus dados ela observa que esta proposta desenvolveu a autonomia, a aprendizagem significativa crítica e as competências requeridas para os profissionais da área em questão, pois favorece o questionamento, a argumentação e a comunicação.

Paulo (2006) mostra ser possível ensinar mecânica quântica para alunos do ensino médio a partir de uma abordagem conceitual e filosófica que faça uso de uma diversidade de procedimentos metodológicos e se adapte a distintos perfis de aprendizagem de alunos. Os resultados encontrados sugerem que os alunos estruturam conceitos importantes para compreensão do mundo quântico, compatibilizam conceitos da física clássica com os da mecânica quântica, parecem não se interessar pelo conhecimento científico se não lhes é mostrada a ponte possível entre este e o mundo ao seu redor e que a teoria da Aprendizagem Significativa Crítica é eficiente como teoria de sala de aula frente a diversidade de perfis apresentados pelos alunos.

Por fim, este estudo vai ao encontro das perspectivas nacionais em relação a maioria dos trabalhos aqui relatados, pois tenta vislumbrar a relação entre o ensino por investigação e os princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica, observando se os caminhos percorridos pela professora ao utilizar o ensino por investigação como uma estratégia de ensino, levaram os alunos a uma Aprendizagem Significativa e se essa formação foi favorecida pelos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica.

5 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa qualitativa que tem seu foco na interpretação que os alunos têm da situação analisada, ou seja, do ensino por investigação, ressaltando a subjetividade e a flexibilidade para a condução da pesquisa. (MOREIRA, D., 2004).

Na pesquisa qualitativa o foco é direcionado para as diferentes possibilidades de interpretação das informações coletadas. Assim, é necessário estabelecer relações entre as informações coletadas com as proposições da literatura específica da área referente ao objeto de pesquisa para aprofundar o que se pretende discutir.

A escolha por esta metodologia se deu devido ao contexto da pesquisa, pois o local onde estão sendo produzidas as informações se torna parte desta informação, as ações são mais bem entendidas quando observadas em seu contexto natural de ocorrência, o que impõe ao pesquisador que ele vivencie o local de produção destes dados.

Além disso, a obtenção de dados não numéricos, como as falas no caso deste estudo, ficam mais detalhadas com uma análise descritiva, ficando mais fiéis às informações coletadas originalmente.

Desse modo, é importante que o pesquisador de atenção ao “maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema que esta sendo estudado” (LUDKE e ANDRE, 1986, p. 12).

Optou-se pelo método fenomenológico, pois ele permite mostrar, descrever e compreender o fenômeno, uma vez que o pesquisador entra em contato com o vivido, com as experiências e o falar humano, o que o coloca em uma posição de envolver, compartilhar, por meio do contato direto com o fenômeno estudado, buscando entendê-lo a partir da experiência descrita pelo ser no mundo (CARVALHO, 1987).

A pesquisa fenomenológica está dirigida para significados, ou seja, para expressões claras sobre as percepções que o sujeito tem daquilo que está sendo pesquisado, as quais são expressas pelo próprio sujeito que as percebe. Ao se concentrar nos significados, o pesquisador não está preocupado com fatos, mas em como e o que os eventos significam para os sujeitos da pesquisa (MARTINS e BICUDO, 2005).

A opção pelo método em questão dá-se pela possibilidade deste tipo de abordagem captar como os alunos expressavam o significado da aprendizagem, relacionando-a com sua vivência, pois nosso interesse é a experiência vivida pelos sujeitos da pesquisa.

Assim, direcionar-se intencionalmente para o fenômeno em estudo, procurando ver além das aparências. Insistindo na procura do característico, do essencial do fenômeno, é o que se propôs ao interagir com os alunos do Módulo “Ensino por Investigação”, deixando de lado os preconceitos e conceituações apriorísticas, procurando descrever o fenômeno atentivamente, de modo que o núcleo essencial se desvele pela intuição à consciência. Este método, de acordo com Capaldo (1984) busca a idéia principal, ou seja, a essência de como as coisas acontecem, tornam-se visíveis no fenômeno dado, buscando entendê-las como elas são e respeitando sua originalidade.

Quando buscamos a essência, partimos sem pressuposições. Concentramo-nos somente no que é dado pela intuição, sem nos apoiar em qualquer outro conhecimento. Assim, a essência se torna o modo próprio do aparecer de um fenômeno dado. (MOREIRA, D., 2004.)

Para Martins et al. (1990, p. 52) “quando há fatos, existe um princípio explicativo”. O pesquisador, na fenomenologia, deve recusar os princípios explicativos, porém é certo que ele não parte de um vazio. É preciso evitar que os fatos influenciem seu interrogar, porque, caso isso ocorra, já terá obtido respostas. A fenomenologia é descritiva em seu modo de focar o fenômeno e requer descrições bem organizadas da experiência vivida pelo sujeito. O investigador fenomenólogo não sabe o que se passa com o sujeito e necessita que este lhe descreva a situação que está vivenciando.

A fenomenologia pretende direcionar o olhar para a experiência vivenciada pelo sujeito em seu mundo-vida, que deverá ser descrito e não definido. (HUSSERL, 2000). Etimologicamente, ela é o estudo do fenômeno, entendendo como fenômeno tudo que se revela, que se declara ou se manifesta por si mesmo (MOREIRA, D., 2004).

Segundo Moreira, D. (2004), o foco está nos tópicos centrais à experiência de vida dos seres humanos, como alegria ou medo, estar presente, estar envolvido, ser um gerente ou um líder, ou de algum tipo de experiência, para pessoas num dado ambiente. Portanto, para o mesmo autor, precisamos estar atentos a dois fatores

quando queremos saber acerca das pessoas: o lado observável ou comportamento físico ou verbal e o lado não observável ou pensamentos, sensações etc., também chamados de mundo da experiência. Assim, tem-se a preocupação em mostrar, e não demonstrar, em explicitar as estruturas em que a experiência se verifica, em deixar transparecer na descrição da experiência as suas estruturas universais (HUSSERL, 2000).

A fenomenologia caracteriza uma ciência rigorosa, mas não exata, uma ciência que procede por descrição e não por dedução. Ela se ocupa de fenômenos, mas como uma atitude diferente das ciências exatas e empíricas. Os seus fenômenos são os vividos da consciência, os atos e os correlatos dessa consciência. Ela não busca explicar os fenômenos a partir de conceitos que já são dados no mundo. O que se pretende nessa corrente filosófica é descrever o fenômeno a partir de sua essência.

Dessa forma, ao se examinar o fenômeno, percebe-se que ele não pode ser generalizado, ele é único para cada indivíduo. Ela baseia-se na análise do Ser em sua essência, para obter uma visão parcial do fenômeno, já que o todo é imperceptível. Husserl (2005) esclarece que existe uma essência que atribui qualidades para cada objeto, e o fenômeno só tem sentido quando é experienciado na vivência do sujeito em relação aos objetos do mundo de onde emana o sentido do mundo-vida.

A visão das essências é uma intuição, isto é, um ato de conhecimento direto, sem intermediários, que nos põe em presença, num face a face ao objeto "em pessoa". Ele chamará de intuição doadora a este ver que constitui seus objetos. Conhecer é ver, colocar-se à distância dos objetos, dirigir-se a eles, visá-los progressivamente (HUSSERL, 2000).

A fenomenologia interpretativa como método de investigação se baseia na filosofia de Heidegger e seu objetivo é compreender as habilidades, práticas e experiências cotidianas, e articular as semelhanças e as diferenças nos significados, compromissos, práticas, habilidades e experiências dos seres humanos (ESPITIA, 2000).

A cotidianidade é uma realidade construída pelo sujeito e que a fenomenologia se propõe a conhecer, indo à busca da essência do vivido, tal qual ela aparece no dia a dia. É no cotidiano que a vida real é onipresente, em que o homem é ele mesmo em sua contemporaneidade, na sua individualidade, na

percepção da dimensão da vida pelos seus sentidos, pois é na vida cotidiana que se percebem evidências daquilo que é aceito sem ser questionado e que faz parte das práticas sociais. Através da análise do cotidiano, pretende-se alcançar o sentido da presença no modo como as coisas são “antes de tudo e na maioria das vezes”, ou seja, chegar a essência do fenômeno (HEIDEGGER, 1989, p. 44).

O método deve estar livre de pressuposições que cercam aquele que reflete. Tem que estar composta antes de qualquer crença ou juízo, para explorar o fenômeno tal como é dado à consciência (MOREIRA, D., 2004).

Para Husserl (2000), os atos pelos quais se percebem certos objetos, as várias formas de linguagem, as práticas e as coisas são inseparáveis; ele esclarece que todo e qualquer ser tem uma essência que atribui qualidade para cada objeto. Essa essência possui estrutura e leis próprias e a fenomenologia consiste em conhecer a essência.

Para encontrá-las é necessário nos atentarmos para os aspectos da experiência comum dos participantes de uma experiência, pois estes são parte invariável de um fenômeno, que se mantém mesmo mudando-se os ângulos de visão deste fenômeno. Serão a base para a análise que o pesquisador fará sobre as descrições dos participantes da pesquisa (MOREIRA, D., 2004).

Nesta pesquisa, o uso da fenomenologia procurou simplesmente descrever o fenômeno, sem enfatizar a interpretação.

Para que isso seja feito, utiliza-se quatro momentos, a partir das descrições elaborados, segundo Giorgi (apud MOREIRA, D., 2004, p. 123):

- 1) leitura das descrições sem buscar interpretações para se obter um sentido todo;
- 2) discriminação de unidades de significado espontaneamente percebidas nas descrições dos sujeitos;
- 3) transformações de expressões cotidianas em linguagem psicológica, ou seja, discriminação de categorias a partir de expressões concretas;
- 4) síntese das unidades de significado transformadas em proposições ou “estrutura da experiência”.

Numa pesquisa fenomenológica, o investigador se preocupa, inicialmente, com a natureza do que irá investigar, sem nenhuma compreensão prévia do fenômeno e conduz sua pesquisa cuidadosamente a fim de permitir que os sujeitos tragam à luz o sentido por eles percebido (MARTINS e BICUDO, 2005).

Para o pesquisador fenomenólogo, descrições bem organizadas da experiência vivida pelo sujeito, devem excluir dados sem importância e incluir todas

as afirmações relevantes que caracterizem o fenômeno experienciado de forma precisa e expressiva e, para analisar essas descrições e obter os significados buscados, o pesquisador, segundo Martins e Bicudo, (2005, p. 47) “[...] precisa ler a descrição de principio a fim de familiarizar-se com o texto que descreve a experiência vivida [...]”, colocando-se no lugar do sujeito e procurando viver a experiência vivida pelo sujeito, não como um mero espectador, mas sim como alguém que busca um significado. “Precisa marcar ou por em evidência os significados na descrição”, ou seja, diferenciar as partes nas descrições, tratando todos os dados cuidadosamente. Dessa forma o pesquisador obtém uma unidade de significação, que, para Martins e Bicudo (2005) é:

[...] uma parte da descrição cujas frases se relacionam umas com as outras, indicando momentos distinguíveis na totalidade da descrição. O pesquisador reagrupa os constitutivos relevantes para poder chegar a uma análise da estrutura do fenômeno [...] (MARTINS e BICUDO, 2005, p. 47).

Para Giorgi (apud MOREIRA, D., 2004), as unidades de significado são notadas diretamente na descrição e sua identificação deve ocorrer de forma espontânea. É a descrição destas unidades que valida a “prática da ciência” dentro do contexto da descoberta antes mesmo da verificação.

O estabelecimento das unidades de significado depende do olhar do pesquisador sobre o fenômeno e sua essência deverá ser fiel às significações atribuídas pelos sujeitos expressas no texto gerado por tudo aquilo que se escreve e se diz, considerado como um registro de suas ações no processo vivenciado (ZULIANI, 2006).

A análise ideográfica e a análise nomotética são duas formas de analisar os dados, após situarmos o fenômeno. Na análise Ideográfica o pesquisador procura por unidades de significado, lendo várias vezes seus dados, nesse caso, as transcrições das falas dos alunos e do professor. As leituras prévias fazem parte de uma primeira aproximação do pesquisador em relação ao fenômeno, numa atitude de familiarização com o que a descrição coloca. As unidades de significado, por sua vez, são recortes julgados significativos pelo pesquisador, dentre os vários pontos aos quais a descrição pode levá-lo. Para Martins e Bicudo (2005) a impossibilidade de analisar um texto inteiro simultaneamente, faz com que seja necessário a divisão dele em unidades.

Enquanto a análise ideográfica diz respeito à análise do discurso individual, representando somente a estrutura individual e, assim, refletindo somente um exemplo de fenômeno, a análise nomotética diz respeito ao movimento da passagem do individual para o geral em direção à estrutura geral do fenômeno que está sendo estudado. Desta forma, esta análise é uma ação reflexiva em busca da estrutura essencial do fenômeno que é resultante da compreensão das convergências e divergências que se mostram nos casos individuais.

Existe uma dependência entre os dois tipos de análise, ideográfica e nomotética. Sem o estabelecimento das unidades de significado, é quase impossível passar para uma generalização.

Assim, buscou-se os módulos de ensino e aprendizagem para fazer a aula, por serem espaços livres onde se pode trabalhar a química que existe fora do livro didático, associando a experimentação, que deve ser na própria sala de aula na estratégia de ensino utilizada, com o conteúdo de uma forma mais contextualizada, onde a maneira como os alunos obtêm a aprendizagem são construídas por eles mesmos diante de situações concretas.

A pesquisadora, neste trabalho, usa o ensino por investigação como uma estratégia de ensino diferenciada que permite aos alunos questionarem, buscarem seus conhecimentos prévios até chegarem a uma aprendizagem significativa do conteúdo. Essa estratégia não é sofisticada, mas é colaborativa e promove discussões entre os alunos e o professor, o que contribui para melhor interação entre eles.

Desta forma, esta pesquisa buscou colocar de forma clara e significativa a questão problema, para que o aluno fosse capaz de compreender as proposições colocadas pelo professor. Além disso, buscaram-se evidências de uma aprendizagem significativa e não mecânica, estimulando os alunos a explicarem com suas próprias palavras, por meio de verbalização, os novos conhecimentos adquiridos.

Colocar um problema real que exija dos alunos uma mobilização do conhecimento original fazendo o aluno escrever ou falar com suas próprias palavras, a fim de explicar/responder o fenômeno proposto é a situação colocada pela professora-pesquisadora. Nessa situação a professora-pesquisadora lança uma pergunta aos alunos e eles são estimulados a levantar hipóteses e a sensibilizar todos seus conhecimentos prévios para chegarem a resposta final.

No caso do trabalho proposto para esta pesquisa, pensou-se em um material que poderia ser “incorporável” de várias formas aos conhecimentos dos alunos, deixando a possibilidade da escolha de recursos feita pelos próprios alunos. Além disso, uma intervenção didática que valorize o discurso dos alunos, a interação entre os mesmos e também entre eles e o professor, pode facilitar esse processo de relacionar a nova informação com aquela já existente. A possibilidade de explorar situações que façam parte do cotidiano do aprendiz também deve ser considerada. Fazendo isso, pode ficar mais claro para o estudante, a relação entre o conteúdo e aquilo que já faz parte de seu sistema cognitivo. Todos estes aspectos relacionados podem conferir ao material o status de ser potencialmente significativo desde que, além disso, ele seja também coerente do ponto de vista lógico e conceitual

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Juiz de Fora, obedecendo, assim, à Resolução número 196/96, sobre pesquisa envolvendo seres humanos (BRASIL, 1996). Foi aprovado sob o parecer número 026/2011 (ANEXO A).

5.1 O Ambiente de Pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido em um colégio público federal do estado de Minas Gerais. O colégio conta com cerca de 1250 alunos, matriculados em 28 turmas de ensino fundamental, 09 turmas de ensino médio e 07 turmas atendendo a alunos do curso de educação de jovens e adultos. O quadro docente conta hoje com 89 professores efetivos em regime de dedicação exclusiva e 11 professores substitutos. As aulas foram desenvolvidas em sala de aula, pela manhã, período normal de aulas dos alunos submetidos à pesquisa.

5.2 O Módulo “Ensino por Investigação”

Os Módulos são espaços diferenciados de aprendizagem oferecidos pelo Colégio de Aplicação, local onde a pesquisa foi desenvolvida, desde 2005, ano em que houve a reforma curricular do Ensino Médio. Eles não fazem parte das disciplinas do núcleo comum. Essa reforma manteve o currículo tradicional, denominado de núcleo comum, e inseriu em uma parte diversificada, proposta pelo

PCN, diferentes cursos ou módulos, que têm a duração média de um trimestre. Esses cursos são elaborados e aplicados pelos professores, individualmente ou em grupos e, às vezes, integram diferentes disciplinas. Os módulos interdisciplinares são ainda hoje integrados ao currículo. São oferecidos pelos professores seis Módulos para cada série. Os alunos que cursarão cada Módulo são sorteados, obedecendo ao máximo de quinze alunos por Módulo, de modo que todos sejam contemplados. As aulas duram cinquenta minutos e são ministradas uma vez por semana durante um trimestre. O sorteio se deve ao fato de democratizar os Módulos, pois num primeiro momento os alunos se inscreviam apenas naqueles Módulos que desejavam assistir. Ao usar somente este método alguns Módulos permaneciam esvaziados e outros muito cheios. Assim, a maneira de resolver tal problema foi utilizando a classificação por interesse e sorteio, de modo que os alunos assistem à pelo menos um Módulo de seu interesse durante o ano e os outros dois Módulos serão atribuídos por sorteio.

As dez aulas do Módulo foram dadas em sala de aula do próprio Colégio. A escolha desse local se deu pelo fato de que, em uma pesquisa qualitativa, o ambiente natural é o local ideal para a coleta de dados. Nas aulas, a professora, pesquisadora, procurou estar sem intencionalidade preestabelecida para estimular a formulação de idéias e a conversação.

O Módulo foi desenvolvido utilizando o referencial teórico da área e descrito por Zuliani (2001). Para essa autora, essa metodologia é adequada e eficiente no processo de construção do conhecimento, além de aumentar a motivação dos alunos e favorecer o desenvolvimento de habilidades ligadas ao auto questionamento (ZULIANI, 2001).

Segundo essa proposta, as aulas que a empregarão devem ser motivadoras e interessantes para despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem. É importante que os alunos façam observações diretas do experimento, que formulem suas hipóteses, e que possam testá-las. O professor tem um papel de mediador importante, pois orienta o trabalho dos estudantes, esperando, aula pós aula, o amadurecimento das idéias pelos alunos, sem dar a eles respostas prontas. É pertinente que o orientador coloque mais perguntas norteadoras no decorrer do experimento.

O tema proposto para se discutir em aula durante as primeiras cinco aulas do trimestre em que o Módulo foi aplicado foi Propriedades Coligativas.

No primeiro encontro, o Módulo foi apresentado aos alunos através da explicitação dos objetivos e conteúdos propostos, discutindo com os estudantes a proposta da presente pesquisa. Nessa mesma aula, a professora escreveu no quadro a pergunta norteadora das discussões seguintes. A pergunta era: “O gelo derrete mais rápido na água comum (torneira) ou na água com sal?”. Durante os 50 minutos dessa aula, os alunos tentaram responder à questão com discussões sobre o tema proposto. A professora, pesquisadora, somente conduzia os alunos durante as discussões, sem prejudicar ou estabelecer um rumo para as respostas dos alunos. Nessa aula os alunos puderam expor todas as suas idéias e experiências vividas. A professora também pediu aos alunos que levantassem algumas hipóteses a respeito da pergunta norteadora. O objetivo foi levantar os conhecimentos iniciais dos alunos sobre o tema proposto.

Na segunda aula, a professora escreveu a pergunta novamente e pediu para que os estudantes do Módulo em questão relembassem as hipóteses levantadas por eles. Novamente, durante esse encontro os alunos puderam colocar todas as suas proposições em relação ao assunto abordado. Era objetivo da pesquisadora que os alunos refletissem sobre o tema a partir da pergunta norteadora. Após a apresentação das hipóteses pelos alunos, a professora pediu para que os alunos planejassem experimentos simples, que pudessem ser realizados na própria sala de aula, para comprovar suas hipóteses, tentando identificar possíveis estratégias utilizadas para responder à questão. É importante atentar para o fato de que os alunos não receberam sugestões nesse sentido e que as propostas foram surgindo a partir das discussões realizadas entre eles durante a aula.

No terceiro encontro do “Módulo ensino por investigação” a professora trouxe todos os materiais necessários para que os alunos fizessem o experimento planejado por eles. Todos os experimentos foram realizados na própria sala de aula. Durante esse encontro os alunos desenvolveram o experimento e observaram o que estava ocorrendo. No decorrer dessa aula, houve um excesso de questionamentos a respeito do fenômeno estudado e, assim, foi necessário mais uma aula para fazer mais alguns experimentos.

Então, na quarta aula, os experimentos foram realizados novamente, porém, agora, os alunos queriam averiguar se o gelo na água com sal derreteria mais devagar por conta do sal ou por ser um sólido qualquer. Na mesma aula, um texto feito pela professora foi entregue e sugerido para a leitura em casa (ANEXO C) com a

finalidade de inserir novos conhecimentos e facilitar a produção de argumentos aos alunos.

No último encontro do Módulo os alunos tiveram a oportunidade de discutir o fenômeno experienciado durante as aulas. A professora propôs uma discussão sobre o tema seguindo a leitura feita pelos alunos em casa, anteriormente a aula. O objetivo dessa aula foi identificar os indícios de desenvolvimento dos conceitos científicos almejados pela pesquisadora, além de averiguar possíveis mudanças em suas percepções, durante as cinco aulas ministradas, acerca do tema “Propriedades Coligativas”.

As atividades do Módulo Ensino por Investigação foram propostas buscando favorecer a discussão das concepções expressas pelos alunos. Elas foram desenvolvidas para propiciar o desenvolvimento de algumas ideias fundamentais para a compreensão das propriedades coligativas.

Para o tema propriedades coligativas, as ideias fundamentais perseguidas são:

- As propriedades coligativas dependem apenas do número de partículas do soluto presentes na solução e não de sua natureza;
- O número de partículas de uma solução iônica será sempre maior e, portanto, o efeito coligativo na solução iônica será sempre mais intenso;
- Conhecer os principais efeitos coligativos, tais como:
 - Diminuição da pressão de vapor do líquido na solução em relação à pressão de vapor do líquido puro;
 - Aumento do ponto de ebulição do líquido na solução em relação ao ponto de ebulição do líquido puro;
 - Diminuição do ponto de congelamento do líquido na solução em relação ao ponto de congelamento do líquido puro;

Todo o processo foi desenvolvido com base no experimento proposto por Hapkiewicz (1999) de maneira que cada atividade e cada ação desenvolvidas fossem inseridas no processo com propósitos particulares em termos de fundamentar a aprendizagem em sucessivas construções e reconstruções da atividade.

5.3 Os Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em um Módulo chamado “Ensino por Investigação”, para turmas do primeiro ano do ensino médio. Estes alunos têm idades entre 14 e 16 anos. Em cada Módulo são admitidos aproximadamente quinze estudantes, escolhidos por sorteio.

Os nomes verdadeiros dos sujeitos foram mantidos em anonimato, sendo identificados por nomes de cientistas da área de química, designados pela pesquisadora aleatoriamente.

Por se tratar de uma pesquisa realizada em sala de aula com a finalidade de usar como estratégia de aprendizagem o ensino por investigação, estão envolvidos os alunos do Módulo e a professora. Outro fator que merece destaque é o fato da professora da turma também ser a pesquisadora deste trabalho, tendo esta a responsabilidade de observar o processo, relatando-o de maneira fiel, evitando possíveis distorções na leitura dos resultados com os alunos durante as aulas.

5.4 A questão da pesquisa

O processo de aprendizagem dos conceitos científicos dos alunos de ensino médio em uma aula de química foi a principal preocupação, considerando a vasta produção acadêmica da área, porém sem resultados práticos evidentes chegando às salas de aula e, principalmente, atingindo os alunos e professores.

Seríamos capazes de melhorar a aprendizagem dos alunos efetivamente, mudando nossas práticas como professores? E, se fazemos as mudanças em nossas aulas com estratégias diferentes do ensino tradicional, como se dá a relação entre o professor e o aluno e como o aluno obtém essa aprendizagem de conceitos científicos? E essa aprendizagem, é significativa? Esta estratégia de ensino utilizada favorece os Princípios da Aprendizagem Significativa Crítica?

5.5 Coleta de Dados

Para responder às questões da presente pesquisa, buscou-se captar as expressões dos alunos e verificar as relações estabelecidas com sua vivência,

identificar o fenômeno vivenciado, entendendo-o como tudo o que se revela, que se declara ou se manifesta por si mesmo. Para tanto, a fenomenologia foi escolhida para que se pudesse buscar percepções expressas nas observações verbais dos sujeitos, obtidos através de gravações em áudio e posterior transcrição, atentando-se para o fato de fazer uma transcrição detalhada, pois a fala é não gramatical e está repleta de fenômenos (GIBBS, 2009).

As transcrições foram feitas na íntegra, mantendo-se a fidelidade à linguagem dos alunos e da professora. Após as transcrições, as aulas foram ouvidas, lidas e relidas quantas vezes se fizeram necessárias, buscando a compreensão, mergulhando em suas falas, em uma tentativa de sentir o que eles sentiram ao vivenciar o fenômeno.

A linguagem expressa a relação do indivíduo com o mundo ao seu redor. É através dela que as pessoas captam e dão significado àquilo que as rodeia. Ela é capaz de transmitir maneiras de ser, sentir e relacionar-se e, desse modo, moldam a vida dos indivíduos (ESPITIA, 2000 apud ZULIANI, 2005).

Além das gravações em áudio, as anotações de um diário de bordo da pesquisadora também foram usadas para a análise de dados.

A própria pesquisadora realizou as transcrições, pois, para Gibbs (2009), esta já é uma forma de se começar a analisar os dados, além de fazer a familiarização do conteúdo e ser a pessoa que conhece bem o tema e tem menos probabilidade de cometer erros.

Como a pesquisa fenomenológica está dirigida para significados, o pesquisador não está preocupado com os fatos e sim com o que os eventos significam para os sujeitos da pesquisa (Martins e Bicudo, 2005). Dessa maneira, buscou-se a percepção dos sujeitos no processo de aprendizagem, além das relações entre eles e o professor e a influência da proposta e ensino por investigação no processo de aprendizagem.

As aulas do Módulo foram planejadas, organizadas e aplicadas de modo a buscar a impressão primeira dos sujeitos, objeto central da fenomenologia. O modelo sob o qual foi concebida a atividade da aula proposta para a obtenção dos dados desta pesquisa abre espaço para o diálogo, deixando os alunos livres para interagir entre si e com a atividade, o que de certa forma corrompeu uma possível inibição imposta pela presença de um gravador.

Na proposta de ensino por investigação, abordagem escolhida para o Módulo, percebe-se uma estruturação semelhante ao método científico (ZULIANI, 2006). Numa atividade investigativa encontram-se: o desenvolvimento de experiências partindo de situações problema, a delimitação do problema e a construção de hipóteses, a coleta de dados ou a realização de experimentos, a reelaboração das hipóteses e conseqüentemente a aplicação e comprovação das idéias elaboradas (ZULIANI, 2006).

Segundo Zuliani (2006, p. 44):

Além disso, há necessidade que a proposta encaminhe os alunos à busca de novas informações. O aprendiz deve ser capaz de interpretar não somente estas informações, mas os resultados obtidos durante o trabalho, experimentando a confirmação ou rejeição de hipóteses, o replanejamento experimental e a formulação de novos problemas.

Dentro desta proposta (ZULIANI, 2006), os dois últimos passos (replanejamento experimental e a formulação de novos problemas) são importantes na reflexão dos alunos quanto à prática, o que elucida não só os conceitos envolvidos, mas também o processo em si (Suart Júnior, 2010), encaminhando à aprendizagem significativa.

Segundo Almeida e Fontanini (2010), a aprendizagem significativa implica na construção do significado, que é algo pessoal, uma questão individual, embora seja favorecida por questões sociais. Dessa forma, a transcrição, a leitura e a categorização das tentativas dos alunos em solucionar as questões propostas nas aulas do Módulo, surgem como possíveis meios para facilitar e avaliar a apreensão dos conteúdos científicos de cada aluno, com vistas à aprendizagem significativa. Além disso, nesta proposta existe uma valorização do trabalho em grupo, compartilhado, o que contribui com o processo de construção conceitual para o indivíduo.

Assim, em uma perspectiva sócio-histórica, Vygotsky discute sobre os modelos que privilegiam ora a mente e os aspectos internos do indivíduo, ora o comportamento externo, construindo uma nova psicologia, assim chamada por ele, que deve refletir o indivíduo em sua totalidade, unindo dialeticamente os aspectos externos com os internos, considerando a relação do sujeito com a sociedade à qual pertence (FREITAS, 2002), ou seja, embora a construção de significados seja algo

pessoal, é importante o trabalho em grupo para que o sujeito chegue à construção do conceito pretendido.

6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

Na tentativa de apreender os significados presentes nas manifestações de cada aluno, através das leituras das transcrições e do áudio, que foram realizadas logo após o término dos módulos, buscou-se rememorar cada aprendiz, lembrando o momento dos Módulos de Ensino por Investigação, as fisionomias e as emoções de cada um deles, com a finalidade de desvelar os significados por eles atribuídos ao fenômeno.

Assim, pouco a pouco, construíram-se as unidades de significação, que trazem as percepções semelhantes e divergentes, atribuídos pelos sujeitos, além da construção dos significados, algo íntimo e pessoal de cada um deles. No decorrer desse capítulo, descrevo todas as unidades de significados selecionadas para análise.

Para discutir como os alunos sob estudo percebem e concebem o aprender nas atividades investigativas no ensino de química, apresento fragmentos da transcrição das aulas do Módulo. As transcrições das falas encontram-se em anexo (Anexo 2) e os fragmentos são exemplos que foram elencados nesta pesquisa a partir da análise das aulas. Saliento também que classificar uma fala em uma determinada unidade de significado não a impede de ser classificada em outras unidades ou outras que possam surgir em novas leituras sobre a temática pesquisada.

Através das observações em sala de aula e da leitura das transcrições pode-se avaliar o conhecimento do aluno observando como ele organiza, hierarquiza, relaciona e diferencia os conceitos dentro dos temas abordados. Pode-se, também, verificar os conhecimentos prévios, a ausência de conceitos, bem como a mudança na estrutura cognitiva de cada aluno envolvido.

Porém, pretende-se considerar também, se o conjunto das relações construídas pelo aluno durante as aulas correspondeu às expectativas do professor quando ele desenvolveu as atividades seguindo o modelo de ensino por investigação e se a atividade proposta pelo professor foi realmente investigativa.

Deste modo, inicia-se a análise atentando-se para o fato se as atividades abordadas no Módulo “Ensino por Investigação” foram, de fato, investigativas.

6.1 Construção do referencial de análise

Antes de analisar se a atividade desenvolvida produziu uma Aprendizagem Significativa sentimos a necessidade de investigar se as atividades propostas durante o módulo foram realmente investigativas. Assim, comparou-se as aulas que ocorreram durante o Módulo com a classificação de atividades de ensino proposta por Cañal (2000), além de se ater ao fato de verificar se a atividade também foi significativa e se foram favorecidas pelos Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Deste modo, incluiu-se aqui um instrumento de análise, descrito no quadro 1, pois pode-se, com ele, além de averiguar o potencial investigativo da atividade, levantar semelhanças com a Teoria da Aprendizagem Significativa.

As atividades desenvolvidas para o Módulo foram elaboradas seguindo a linha de investigação escolar adaptada a partir de Cañal (1999) e apresentada no item 3.3. Não faz sentido pensarmos na proposta de investigação como um molde da investigação científica, pelas diferenças que existem entre elas como, por exemplo, o contexto, o nível de desenvolvimento intelectual, exigências, domínio metodológico, entre outros (Cañal, 1999).

Na proposta de Cañal (2000), para uma atividade ser investigativa ela precisa apresentar as seguintes características, mostradas no quadro 1:

Quadro 1 Proposições de Cañal pra analisar uma unidade didática

| | |
|---|--|
| Orientação | Atividades relacionadas com a apresentação ou seleção de objetivos específicos, questões, conteúdos, objetos de estudo, e assim por diante. |
| Expressão e contraste de conhecimento dos alunos | Atividades destinadas a promover a comunicação, reflexão e o contraste do conhecimento inicial dos alunos em relação ao conteúdo ou objeto de estudo na unidade. |
| Planejamento do trabalho a ser feito | Atividades relacionadas à apresentação ou preparação de planos de trabalho relacionados com o objeto de estudo. |
| Obtenção de novas informações | Esforços para proporcionar aos alunos uma oportunidade de acesso a novos conteúdos necessários de acordo com plano de trabalho. |
| Estruturação primária | Atividades destinadas a promover o tipo de elaboração das novas informações que podem ser necessários em cada opção de ensino para os |

| | |
|---|---|
| | alunos para alcançar a aprendizagem específica, perseguidos em cada caso (memorização automática, construção significativa, habilidades, etc) |
| Estruturação secundária | Atividades destinadas a consolidar e expandir a funcionalidade da aprendizagem alcançada, ou seja, para o aumento da possibilidade de usá-los corretamente em uma gama crescente de vezes e em diferentes contextos. Isso significa empregos para eles e atividades que são criados a cada opção educacionais necessárias ou úteis para esse fim: estudar atribuições, exercícios repetidos, usando as lições aprendidas em diferentes épocas e contextos, construção de relacionamentos com a aprendizagem de outros, etc. |
| Expressão ou comunicação de conhecimentos desenvolvidos | Atividades educativas, cujo significado é o de informar o professor ou outras pessoas ou instituições de ensino e outros produtos ou resultados da estrutura (primária / secundária). |
| Análise e avaliação do processo desenvolvido e resultados obtidos no decorrer da unidade | Atividades relacionadas à compreensão e apreciação das propostas iniciais de planejamento e desenvolvimento dos planos de trabalho, ações pessoais ou de grupo, os instrumentos utilizados, as dificuldades encontradas e os resultados obtidos durante diferentes momentos da unidade. |

Fonte: BIANCHINI (2011, p. 83)

No próximo item (6.2) faço uma análise da atividade proposta aos alunos, já tecendo algumas relações entre as características do ensino por investigação e a Teoria da Aprendizagem Significativa e entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, considerando as proposições de Cañal (2000).

6.2 Análise do Módulo ensino por investigação

No que se refere ao quadro 1, no primeiro momento da primeira aula, os alunos receberam a orientação da professora de como seriam as aulas daquele Módulo. A professora começou dizendo que era uma abordagem diferente das aulas de química a que estavam acostumados.

| | | |
|---|------------|---|
| 3 | Professora | <i>Gostaria de um pouco de silêncio, por favor. Vocês podem diminuir essa bagunça? Bom, para começar, o Módulo que vou dar pra vocês é um jeito diferente de dar aulas de química, ok?</i> |
|---|------------|---|

Nesse mesmo momento, dando continuação a aula, a professora também relatou ser aluna de doutorado e que as aulas seriam para a confecção de sua tese e que, para isso, iriam ser gravadas. Continuou apresentando os objetivos que tinha ao utilizar essa estratégia de ensino, bem como os alunos deveriam se comportar durante as aulas.

| | | |
|---|------------|---|
| 6 | Professora | <i>Não. Vocês estão enganados. Esse módulo é parte da minha pesquisa de doutorado, pois nela eu quero ver a aprendizagem dos alunos, se vocês aprendem química de verdade quando é aplicada essa abordagem em uma aula de química.</i> |
|---|------------|---|

| | | |
|---|------------|---|
| 8 | Professora | <i>Claro que não. Já está provado que essa estratégia de ensino é ótima para fazer vocês aprenderem os conceitos científicos, mas quero ver como é a interação entre nós na construção desse conceito e se vocês aprendem ou só memorizam. Tudo bem?</i> |
|---|------------|---|

| | | |
|----|------------|--|
| 10 | Professora | <i>Para que eu possa captar tudo o que ocorre na sala, principalmente as discussões que vão ocorrer, eu vou gravar essas aulas e também vou anotar tudo o que estiver acontecendo aqui na sala, tudo bem?</i> |
|----|------------|--|

| | | |
|----|------------|--|
| 13 | Professora | <i>Então, vou colocar uma questão no quadro para vocês e quero que vocês tentem respondê-la dando bons argumentos para justificar as hipóteses de vocês... aí, no decorrer das aulas, vamos caminhando com a questão.</i> |
|----|------------|--|

| | | |
|----|------------|---|
| 16 | Professora | <i>Ok, ok, ok. Agora chega. Silêncio. Hoje a minha questão para vocês é: um cubo de gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum ... de torneira? Eu quero que vocês discutam entre vocês, levantando todas as hipóteses. Vou pedir para vocês falarem alto para eu poder gravar.</i> |
|----|------------|---|

Segundo Cañal (2000) esse início da aula pode ser considerado como Orientação, pois a professora apresenta a atividade, seus objetivos e como eles devem se conduzir durante o decorrer das atividades, como visto nas transcrições acima.

Fazendo uma aproximação das proposições de Cañal, sobre o ensino por investigação, com as de Ausubel, sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), no que se refere a proposição orientação, podemos pensar em uma convergência quando lembramos que a teoria de Ausubel é planejada para a sala de aula e que deve orientar os estudantes para que eles superarem sua condição inicial no processo de aprendizagem, ou seja, quando são apresentados ao aluno os objetivos específicos e a questão que será trabalhada o professor pode estar contribuindo para que o aprendiz saia de sua zona de conforto, estimulando-o a aprender.

Logo em seguida, após a professora colocar a pergunta norteadora das aulas, várias indagações surgem por parte dos alunos, podendo ser classificadas por Cañal como expressão e contraste de conhecimento dos alunos. É neste momento que os alunos recebem o primeiro estímulo para começarem a discussão. Ao exporem suas idéias, os alunos puderam se comunicar e refletir sobre as diferenças do conhecimento inicial de cada um deles (quando externalizam seus conhecimentos prévios) em relação ao conteúdo, gerando uma negociação de significados entre os alunos e entre os alunos e o professor. Neste sentido, pode-se aproximar a estratégia de ensino da TAS, pois nesta etapa da aula há a explicitação de subsunçores, além da atenção aos 1º e 2º princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), ou seja, o princípio do conhecimento prévio e da interação social e do questionamento, respectivamente.

| | | |
|----|---------------|---|
| 20 | Dalton | <i>Qual relação, água salgada e gelo?</i> |
| 21 | Linus Pauling | <i>É mais denso ou menos denso?</i> |
| 22 | Gay-Lussac | <i>Derrete no que tem maior temperatura...</i> |
| 23 | Linus Pauling | <i>Na praia, põe sal na água com gelo...</i> |
| 24 | Gay-Lussac | <i>Então... sal conserva o gelo. O gelo irá derreter mais rápido na água de torneira</i> |
| 25 | Linus Pauling | <i>O gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico.</i> |

| | | |
|----|---------------|---|
| 26 | Lavoisier | <i>Creio que o sal ajuda o gelo a derreter mais rápido, pois ... ao misturar o sal na água, o sal iria dissolver na água...</i> |
| 27 | Mendeleev | <i>Na água com sal.</i> |
| 28 | Arrhenius | <i>Eu acho que é na água com sal, porque o sal é mais corrosivo.</i> |
| 29 | Marie Curie | <i>Também acho que o gelo derreterá mais rápido na água com sal, pois o sal ajudaria a derreter o gelo com mais facilidade...</i> |
| 30 | Ruth Benerito | <i>Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido.</i> |
| 31 | Faraday | <i>Eu concordo pois acho que o gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico.</i> |
| 32 | Gay-Lussac | <i>Também acho...o sal ajuda a conservar a temperatura...</i> |

Quando a professora pede aos alunos que proponham experimentos que comprovem suas hipóteses, estimulando-os a prepararem os próximos passos do trabalho e darem continuidade à investigação na próxima aula, ela está solicitando e apoiando os alunos na elaboração de um planejamento do trabalho a ser realizado. Ao se observar as propostas dos alunos, levantou-se alguns subsunçores, sinalizando uma possível convergência entre a proposta de ensino por investigação e a Teoria da Aprendizagem Significativa. O fato de a professora incentivar a atuação dos alunos na condução da aula, estimulando-os a discutirem sobre o que eles poderão propor para ser realizado, desloca a centralidade do trabalho do livro texto oportunizando a participação ativa dos sujeitos no processo, promovendo o debate em grupo sobre tudo o que será realizado, o que aproxima a proposta de ensino por investigação utilizada de um trabalho que poderá permitir uma aprendizagem crítica.

| | | |
|----|------------|---|
| 89 | Professora | <i>Então, é isso mesmo que eu quero de vocês. Que vocês pensem em uma solução para essa pergunta. Para isso, voltemos a pergunta inicial...o que podemos fazer, então, para comprovarmos em qual água o gelo derrete mais rápido? Fiquem com esses pensamentos que na próxima aula quero que vocês me proponham experiências simples, que possam ser feitas aqui na sala mesmo, para podermos comprovar se o gelo derrete mais rápido na água salgada ou na de torneira...</i> |
|----|------------|---|

Na aula seguinte, a professora proporcionou aos alunos a possibilidade de obtenção de novas informações, quando estes puderam, livremente, propor os experimentos que gostariam que fossem feitos para comprovar ou refutar suas hipóteses. Assim, a professora estimulou os alunos na obtenção de mais informações ligadas ao conteúdo proposto, estimulando-os a pensarem e discutirem as possíveis variáveis envolvidas no experimento. Durante estas discussões, além do levantamento dos conhecimentos prévios, o processo de ensino centrou-se nos alunos, estimulando uma atividade colaborativa, o que favorece a emergência de novos conceitos ou idéias.

Durante esta fase da atividade, a professora usou um material didático diferenciado, utilizando vidrarias, equipamentos e substâncias de laboratório e do dia a dia dos alunos. Estes estímulos oferecidos aos alunos podem facilitar a aprendizagem significativa, pois promovem alguns princípios da aprendizagem significativa crítica, tais como o princípio do conhecimento prévio, da interação social e do questionamento, da não centralidade no livro texto, do aprendiz como perceptor/representador, do conhecimento da linguagem, da não utilização do quadro de giz e do abandono da narrativa.

| | | |
|-----|------------|--|
| 118 | Professora | <i>Como eu vou fazer para esses gelos terem o mesmo volume?</i> |
| 136 | Professora | <i>Então, qual seria um recipiente que pudéssemos congelar essa água e que não perdêssemos volume?</i> |
| 138 | Professora | <i>Olha o que o Linus Pauling falou, que deveríamos congelar a água nos recipientes e jogarmos a água com sal e sem sal em cima deles. O que acham?</i> |
| 153 | Professora | <i>Podemos congelar água colorida. O que acham?</i> |

Para a elaboração do Módulo “Ensino por Investigação” houve o planejamento de atividades que permitissem ao aluno alcançar uma aprendizagem dos conceitos científicos do tema proposto. Nesse sentido, houve uma estruturação primária e secundária (estruturadas no quadro 1, p. 86) com a finalidade de propiciar

ao aluno uma elaboração de novas informações e a consolidação da aprendizagem, atuando, o professor, apenas como orientador das questões, sendo pontual quando estimulava os alunos a buscarem mais informações a partir do que eles já sabiam, ou seja, quando ele estimulava o levantamento dos subsunçores pelos alunos e oportunizava a facilitação da ancoragem na estrutura cognitiva. Nessa fase da aula, a argumentação e a autonomia estavam sendo favorecidas, o que pode estabelecer uma relação entre o ensino proposto e a aprendizagem significativa dos alunos, pois estava ocorrendo uma externalização dos significados, levando-os a possibilidade de negociação destes, na busca de um sentido individual daquilo que lhe está sendo ensinado, pois é necessária uma comunicação e um compartilhamento para alcançar o conhecimento. Neste processo, os princípios da interação social e do questionamento, do conhecimento da linguagem, da desaprendizagem, da aprendizagem pelo erro, do abandono da narrativa e da incerteza do conhecimento são favorecidos neste momento de negociação e assimilação de significados durante a aula.

O conteúdo apresentado aos alunos não foi realizado de forma tradicional, deixando os alunos atuarem apenas como expectadores. Houve a apresentação de uma pergunta e os alunos foram deixados livres para que eles mesmos fossem em busca de explicações, contribuindo para uma aprendizagem significativa e não simplesmente memorística e sem significado, indicando a presença de outros princípios da TASC, como o do abandono da narrativa, da não utilização do quadro de giz, da não centralidade do livro texto e do aprendiz como perceptor/representador.

Outro ponto que merece destaque é o fato dos alunos estarem envolvidos durante todo o processo, diferentemente do que tem ocorrido tradicionalmente nas aulas de ciências, sinalizando uma boa opção para os professores que têm o desejo de despertar o interesse dos estudantes, durante suas aulas, fator este apontado como necessário por Novak, em relação à motivação para aprender, e por Moreira, M.A. sobre o abandono da narrativa, pois, para ele, “a boa docência é aquela que cria circunstâncias que conduzem à aprendizagem relevante, duradoura. Na educação, a primazia deve ser da aprendizagem, não do ensino”(MOREIRA, M.A., 2011,p.2).

Na penúltima aula do Módulo destinada ao tema propriedades coligativas, a professora distribuiu um texto (ANEXO C), com conceitos envolvidos durante as

atividades, com a finalidade de sistematizar e consolidar o que os alunos vinham discutindo. Neste momento, a professora utiliza o 6º princípio da TASC, da consciência semântica, pois está considerando que, neste momento, os alunos já captaram alguns significados podendo, desta forma, atribuir significados. Nota-se, aqui, a importância, novamente, do conhecimento prévio na aquisição de novos significados.

| | | |
|-----|------------|---|
| 352 | Professora | <i>Esse texto que estou entregando para vocês é para vocês lerem e pensarem no fenômeno ocorrido. Na próxima aula quero que vocês me respondam o porquê disso acontecer. Até quinta que vem e bom fim de semana. Obrigada.</i> |
|-----|------------|---|

| | | |
|-----|------------|---|
| 357 | Professora | <i>Quero que vocês formulem uma explicação, a partir desse texto de referencia, sobre a questão inicial do Módulo.</i> |
|-----|------------|---|

Na última aula, os alunos tiveram a oportunidade de dizer o que tinham construído durante o Módulo a respeito do tema estudado: propriedades coligativas. Essa aula pode ser classificada como expressão ou comunicação de conhecimentos desenvolvidos, pois, de acordo com Cañal (2000), foi destinada a consolidar a aprendizagem obtida na estruturação primária e secundária quando abriu a possibilidade de discussão sobre os significados apreendidos, levando a modificação do subsunçor e fazendo, também, novas conexões com conhecimentos anteriormente isolados. Na fala abaixo, estas aproximações ficam melhor exemplificadas.

| | | |
|-----|------------|---|
| 461 | Gay-Lussac | <i>Porque o sal faz com que a temperatura de congelamento diminua e a de ebulição aumente.</i> |
|-----|------------|---|

Embora não se tenha uma avaliação realizada diretamente pelos alunos, pode-se refletir e avaliar a atividade realizada seguindo as proposições de Cañal (2000). Há aqui também uma convergência para a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois no momento de avaliação pode-se observar a compreensão dos conceitos estudados pelos alunos. Em suas manifestações, nota-se uma relação não arbitrária e substantiva dos conceitos, além de evidências do princípio da

consciência semântica da TASC. Dessa maneira, todo o processo de ensino realizado aproximou-se sobremaneira às etapas propostas por Cañal (2000).

| | | |
|-----|---------------|--|
| 457 | Ruth Benerito | <i>Para ele cozinhar mais rápido. Nesse papel que você nos deu para ler e juntando com a experiência do gelo, dá para ver que a presença do sal abaixa a temperatura de congelamento... como os meninos falaram no começo da aula... e... é... espera um pouco... ai professora... esqueci... onde eu estava mesmo?</i> |
| 458 | Professora | <i>Estava explicando porque colocamos sal na água do macarrão.</i> |
| 459 | Ruth Benerito | <i>Ah é, isso mesmo... então... para aumentar a temperatura de fervura da água...</i> |
| 460 | Cannizzaro | <i>Quando coloca sal a água vai ferver com mais de cem graus...</i> |
| 461 | Gay-Lussac | <i>Vai cozinhar mais depressa.</i> |
| 462 | Professora | <i>Então, para terminar essa questão... Porque o gelo derrete mais rápido na água de torneira que na água com sal?</i> |
| 463 | Gay-Lussac | <i>Porque o sal faz com que a temperatura de congelamento diminua e a de ebulição aumente.</i> |

Bianchini (2011) atribuiu valores a cada proposição para analisar o quanto a atividade desenvolvida seguiu a proposta de Cañal (2000). Para a atividade desenvolvida durante esta pesquisa, os níveis de ação estão listados no quadro 3. Os níveis alto, médio e baixo foram atribuídos conforme o indicado no quadro 2. Esses níveis foram estabelecidos de acordo com o envolvimento dos alunos com a atividade.

Quadro 2 Nível de avaliação das proposições elaboradas por Cañal na análise da atividade

| Nível | Característica para classificação |
|--------------|---|
| Alto | Quando ocorre reconhecimento do aluno sobre a importância da atividade e o mesmo atua de forma efetiva. |
| Médio | Ocorre participação moderada do aluno na atividade por encontrar dificuldades na sua realização. |
| Baixo | Não ocorre a participação do aluno na atividade. |

Fonte: BIANCHINI (2011, p.89)

Quadro 3 Classificação dos níveis presentes nas atividades

| Significado da análise, segundo Cañal | Identificação da situação | Nível da ação (alto, médio ou baixo) |
|---|--|---|
| Orientação | A professora apresentou como seria a atividade e os objetivos que ela tinha ao desenvolvê-la. | Alto |
| Expressão e contraste de conhecimento dos alunos | Houve a promoção, por parte da professora, das discussões entre os alunos para saber o conhecimento inicial deles. Também ocorreu uma estruturação dos conhecimentos necessários para iniciar a atividade. | Alto |
| Planejamento do trabalho a ser feito | Os alunos receberam instruções sobre como realizar as atividades, no decorrer das aulas. | Alto |
| Obtenção de novas informações | A professora orientou os alunos para outras atividades relacionadas ao tema e que iriam contribuir para o desenvolvimento do conhecimento. | Alto |
| Estruturação primária | Discussão entre os alunos frente aos conceitos apresentados e elaboração de hipóteses para explicar o fenômeno em questão. | Alto |
| Estruturação secundária | A discussão entre os alunos e a professora acerca das hipóteses levantadas e a utilização dos mesmos conceitos para outros fenômenos. | Alto |
| Expressão ou comunicação de conhecimentos desenvolvidos | Aquisição de novos conhecimentos pelos alunos e sua posição favorável a este tipo de atividade, além da participação efetiva da maioria dos alunos na realização das atividades. | Alto |
| Análise e avaliação do processo desenvolvido e resultados obtidos no decorrer da unidade | Análise geral da atividade realizada. Ocorreu um entusiasmo e uma participação grande dos alunos nas atividades | Alto |

Fonte: BIANCHINI (2011, p.88)

Como pode ser observado, esse quadro apresenta evidências de que a atividade realizada com os alunos se deu de forma investigativa, devido a estruturação planejada e realizada durante a ação. Esta foi fundamental para a obtenção do engajamento dos estudantes.

Desde a fase de orientação, a professora conseguiu motivar os alunos para a sua proposta e, dessa forma, “trazer” os alunos para a aula. A compreensão de como seria o trabalho na proposta de ensino por investigação e seus objetivos, levaram os alunos a participar efetivamente da abordagem. Outro fator importante para que os alunos se manifestassem e discutissem as atividades, foi a liberdade de participação dada a eles e a participação pontual da professora, característica fundamental de uma atividade investigativa. Segundo Gil-Perez (1983), o professor deve exercer um papel de guia, de orientador, envolvendo os estudantes nas questões científicas, com problemas (perguntas) que os conduzam a pensar de forma coerente, o que também pode favorecer a aprendizagem significativa.

A fase de “expressão e contraste de conhecimento dos alunos” foi classificada como nível alto, pois evidenciou-se os conhecimentos prévios dos alunos, resgatados em suas manifestações, bem como suas ligações com os acontecimentos cotidianos. Os trabalhos de alguns autores (MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981; AUSUBEL, 2003; AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980) discutem a relevância das informações já contidas na estrutura cognitiva do aluno necessárias a uma ancoragem para novas informações. Esses conhecimentos prévios devem ser conhecidos e utilizados pelo professor ao utilizar o ensino por investigação, para que a aprendizagem seja significativa. Assim, o professor deve atentar para o que os alunos precisam saber e o que eles já sabem. Para isso, deve-se conhecer muito bem o tema proposto nas aulas para assegurar que essas questões estejam presentes no desenvolvimento das atividades.

Dessa maneira, o professor saberá indagar os alunos no momento certo para que eles usem seus organizadores prévios, além de estabelecer uma relação de parceria, dando liberdade e estimulando-os a perguntarem ao invés de obterem respostas prontas, contribuindo, assim, para a busca do conhecimento.

Gil-Pérez e Castro (1996) enfatizam a necessidade de o professor favorecer uma reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas, para não se ter um estudo descontextualizado e socialmente neutro. Daí

a importância de se invocar conexões com o dia a dia. Essa proposição fica clara na fala do aluno Linus Pauling, apresentada abaixo:

| | | |
|----|---------------|--|
| 49 | Linus Pauling | <i>Só lembrei da praia. Quando a gente vai pra praia nas férias. Com a família. Aqueles homens que vendem cerveja, refrigerante, água ...colocam sal no gelo...</i> |
|----|---------------|--|

A classificação alta indicada no “planejamento do trabalho a ser feito” deve-se à condução das atividades. Houve um planejamento tanto da professora como dos alunos para a continuidade das aulas. Os procedimentos propostos e adotados pelos alunos seguiram as características adequadas à proposta, levando os alunos a investigarem, levantando suas hipóteses, fomentando seu teste e encaminhando à formulação de conclusões. Esses passos estão de acordo com o que prega Deboer (2006). Segundo ele, esse tipo de estratégia deve permitir aos alunos questionar, pesquisar, e resolver problemas.

Além disso, deve-se considerar, durante o planejamento de uma atividade investigativa, a emissão de hipóteses como a atividade central da investigação científica, suscetível de orientar tratamento das situações e tornar explícitas, funcionalmente, os conhecimentos dos estudantes (GIL-PÉREZ; CASTRO (1996).

A “obtenção de novas informações” foi classificada como nível alto, pois também se possibilitou a busca de informações, agregando novos conteúdos aos já existentes na estrutura conceitual. A professora esteve aberta para orientá-los e, além disso, fomentou a liberdade de buscar informações na própria escola ou em casa, como no caso do aluno Gay-Lussac, cuja mãe é professora de química e pôde auxiliá-lo nas suas dúvidas sobre o tema em andamento:

| | | |
|-----|------------|--|
| 395 | Gay-Lussac | <i>Minha mãe é professora de química e me disse ontem, quando eu tava lendo o texto, que essa é uma reação endotérmica, porque o sal absorve calor do meio para se quebrar...</i> |
|-----|------------|--|

A elaboração de hipóteses foi um dos objetivos centrais da atividade proposta, e aconteceu de forma intensa no decorrer das aulas. Os alunos formularam hipóteses de forma autônoma, sempre acompanhados de perto pela professora.

Também foi alto o nível de classificação da “estruturação secundária”. Durante a atividade, os conceitos de propriedades coligativas foram discutidos pelos alunos e entre os alunos e a professora. Para fundamentar seus argumentos, os alunos propuseram a realização de experimentos e discutiram seus resultados até atingirem um consenso sobre o tema discutido. Estas discussões implicaram em novas tentativas de perceber a realidade, em um intercâmbio e negociação de significados que só pode se tornar concreto graças à linguagem. É ela que possibilita a interação social e o questionamento, favorecendo a aprendizagem significativa. Esta discussão proporcionada pela professora também está de acordo com o 5º princípio da TASC, o do conhecimento da linguagem.

A “expressão ou comunicação de conhecimentos desenvolvidos” foi também classificada como alta. Todos os objetivos planejados e conceitos propostos para a atividade foram alcançados pelos alunos. O nível de discussão entre os alunos foi muito interessante, e isto contribuiu decisivamente para atingir os objetivos propostos. Outro fator a se destacar são as decisivas interações que se estabeleceram no grande grupo constituído pelos alunos durante as aulas. Gil-Pérez e Castro (1996) indicam que para uma atividade ser investigativa, deve valorizar a dimensão coletiva, o que facilita a interação entre os membros do grupo, o corpo de conhecimento já construído e o professor.

Furió (2001) ressalta que os trabalhos coerentes com a natureza da ciência e do trabalho científico devem assumir que os conhecimentos se constroem de forma cooperativa, pois é necessário negociar significados mediante a interação social com aqueles que desejam comunicar-se de maneira significativa, compartilhar estes significados e integrar-se na mesma cultura científica. Os resultados de uma única pessoa não são suficientes para comprovar ou falsear uma hipótese e o conhecimento adquirido se torna, assim, a expressão do consenso alcançado naquele momento por todos da equipe, evidenciando outra aproximação com os princípios da TASC, como da incerteza do conhecimento e interação social e do questionamento.

Para uma aprendizagem significativa crítica, os sujeitos precisam estar atentos para o fato de que a visão que temos do mundo foi construída por definições criadas por nós mesmos, seja com perguntas ou metáforas, e que podem estar certas ou erradas dependendo de como as construímos.

A “análise e avaliação do processo desenvolvido e resultados obtidos no decorrer da unidade”, como mencionada anteriormente, foi classificada como alta, pois, apesar dos alunos não terem tido a oportunidade de realizar uma avaliação escrita dos conceitos pretendidos com a proposta, alguns alunos se manifestaram sobre seu interesse na atividade, além de ser facilmente notado o engajamento dos estudantes no decorrer das aulas. A participação destes alunos nas atividades foi efetiva e interessada, não havendo desinteresse mesmo quando tentavam ser irônicos. Esta motivação dos estudantes em participar das aulas pode estar relacionada ao fato de estarem aprendendo, o que mais uma vez vai ao encontro das idéias defendidas por Novak, de que para aprender é preciso estar motivado.

| | | |
|----|------|---|
| 54 | Bohr | <i>Muito legal a gente poder falar assim, sem medo de errar.</i> |
|----|------|---|

| | | |
|-----|---------------|--|
| 150 | Linus Pauling | <i>Se der, eu mato vocês. Apesar dessa aula ser muito melhor que as aulas de química que a gente tem aqui no colégio... ficar derretendo gelinho, ninguém merece...</i> |
|-----|---------------|--|

Seguindo todos estes passos, podemos classificar a atividade proposta no Módulo como **investigativa** em alto nível. Segundo Azevedo (2004) uma estratégia investigativa não deve se limitar em manipulação ou observação, o aluno deve, também, refletir, discutir, explicar e relatar, somente assim o caráter de investigação se tornará real. O foco está na elaboração e exposição das hipóteses para os colegas e para o professor, novamente evidenciando o princípio da TASC que diz que deve-se estimular perguntas ao invés de respostas, o 2º princípio da interação social e do questionamento.

Em uma outra proposta de avaliação de atividades investigativas, Munford e Castro e Lima (2007) apresentam diferentes níveis de organização das atividades para cada um dos elementos que apontam como essenciais ao ensino de ciências por investigação. Para as autoras é essencial que os alunos engajem-se com perguntas de orientação científica, dêem prioridade às evidências ao responder questões, formulem explicações a partir de evidências, avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico e comuniquem e justifiquem explicações propostas.

No quadro 4 são apresentadas as características essenciais elencadas por estas autoras em relação ao ensino por investigação. Optamos por fazer uma adaptação a este quadro, elencando no mesmo, os princípios da TASC que se relacionam com o ensino proposto, buscando evidenciar uma aproximação entre eles.

Quadro 4 Variações nas atividades que contemplam elementos essenciais do ensino de por investigação e sua aproximação com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa.

| Características Essenciais ao ensino por investigação | Variações | | | | Princípios da Aprendizagem Significativa Crítica |
|---|--|---|---|---|---|
| 1. Aprendizizes engajam-se com perguntas de orientação científica | Aprendizizes propõem uma questão. | Aprendizizes selecionam questão entre questões previamente propostas, colocam novas questões | Aprendizizes delimitam melhor e tornam mais clara questão fornecida pelo professor, ou por materiais ou outras fontes | Aprendizizes engajam-se com questão fornecida pelo professor, materiais ou outras fontes | Da Interação social e do questionamento; da não centralidade no livro texto, do conhecimento prévio, da não utilização do quadro de giz, do abandono da narrativa |
| 2. Aprendizizes dão prioridade às evidências ao responderem às questões | Aprendizizes determinam quais seriam as evidências e realizam coletas de dados. | Aprendizizes são direcionados na coleta de certos dados | Aprendizizes recebem dados e têm de analisá-los | Aprendizizes recebem dados e instruções de como analisá-los | Do aprendiz como perceptor/representador; da consciência semântica, da não centralidade do livro texto, do abandono da narrativa e da não utilização do quadro de giz, da incerteza do conhecimento |
| 3. Aprendizizes Formulam explicações a partir de evidências | Aprendizizes formulam explicações após sumarizarem as evidências | Aprendizizes são guiados no processo de formulação de explicações a partir de evidências | Aprendizizes recebem possíveis formas de utilizar evidências para formular explicações | Aprendizizes recebem evidências | Do conhecimento da linguagem, da incerteza do conhecimento |
| 4. Aprendizizes avaliam suas explicações à | Aprendizizes examinam indepen- | Aprendizizes são direcionados | Aprendizizes são informados acerca | | Da consciência semântica, do conhecimento |

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|
| luz de explicações alternativas e conectam suas explicações ao conhecimento científico | dentemente outros recursos e estabelecem as relações com as explicações | para áreas ou fontes de conhecimento científico | de possíveis conexões | | da linguagem; da aprendizagem pelo erro, da desaprendizagem; da incerteza do conhecimento |
| 5. Aprendizizes comunicam e justificam explicações | Aprendizizes constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicar explicações | Aprendizizes são treinados no desenvolvimento da comunicação | Aprendizizes recebem diretrizes para tornar sua comunicação mais precisa | Aprendizizes recebem instruções passo a passo e procedimentos para se comunicarem | Do abandono da narrativa, interação social e questionamento, da consciência semântica e do aprendiz como perceptor/representador. |

Fonte: Adaptado a partir de MUNFORD e CASTRO e LIMA (2007, p. 80)

A maneira como se conduziu o Módulo Ensino por Investigação indica uma convergência entre as características essenciais da proposta de ensino por investigação organizadas por Munford e Castro e Lima (2007), que pode ser classificada como investigativa, pois apresentou todas as características presentes e na maioria das vezes no mais alto nível, e os princípios da TASC. No quadro, os procedimentos realizados no módulo de acordo com as características definidas por Munford e Castro e Lima (2007), são indicados em negrito.

Na proposta aqui estudada, a professora apresentou a questão norteadora para que os estudantes buscassem respostas. Talvez, possamos afirmar que essa pergunta norteadora seja um dos maiores desafios para os professores ao utilizarem o ensino por investigação, pois elaborar uma boa pergunta, por vezes, é mais difícil que dar uma boa resposta. Este fato evidencia que este ensino pode favorecer o princípio da interação social, do questionamento e do aluno como perceptor/representador.

Os professores devem elaborar questões pertinentes ao contexto de ensino ao mesmo tempo em que devem direcioná-las ao conhecimento científico. Munford e Castro e Lima (2007) indicam que as questões devem ser centradas em objetos, organismos e eventos do mundo natural, devem ser relacionadas a conceitos científicos e devem levar a investigações empíricas, à coleta e ao uso de dados para desenvolver explicações para fenômenos.

Devem, ainda, estabelecer relações causais, sem ter uma característica finalista do mundo (MUNFORD e CASTRO e LIMA, 2007). Os professores também devem apropriar-se dos princípios da TASC idiossincriticamente, em certa medida, para aplicá-los.

Outro aspecto importante levantado pelas mesmas pesquisadoras, em relação às características de uma atividade investigativa, diz respeito às prioridades e às evidências apresentadas pelos estudantes ao responderem as questões. O professor deve estimular a busca de evidências que sustentem uma explicação. Esta busca culmina na realização da coleta de dados, o que ocorreu quando os alunos do Módulo buscaram experimentos simples para comprovarem suas hipóteses.

Cabe ressaltar que, de acordo com a terceira característica, os alunos do Módulo formularam suas explicações após sintetizarem todas as evidências obtidas durante o andamento das aulas, estimulando a sua inserção na estrutura cognitiva dos alunos associada à ciência (classificação, análise, inferência, pensamento crítico). Isso fez com que eles avaliassem suas explicações buscando outras fontes de conhecimento científico, introduzidas pelo próprio professor ou por outros meios disponíveis.

No último aspecto, os alunos do Módulo construíram seus argumentos e comunicaram suas explicações em grupo, evidenciando a importância dos aprendizes comunicarem e justificarem suas explicações para conseguirem articular a questão investigada, os procedimentos adotados e as evidências obtidas (MUNFORD e CASTRO e LIMA, 2007).

As propostas utilizadas para a análise das atividades realizadas (CAÑAL, 2000 e MUNFORD e CASTRO e LIMA, 2007) ilustram os aspectos importantes que devem estar presentes em atividades de ensino por investigação e que se relacionam com os princípios da TASC em maior ou em menor grau. As atividades realizadas no Módulo, apesar de termos clareza de que não existe uma receita pronta para uma estratégia de ensino e que o conteúdo utilizado também modifica o modo como aquela atividade será abordada, podem ser avaliadas como potencialmente promotoras de aprendizagens significativas por se tornarem também “significativas” para os alunos e professora.

Passamos a seguir à organização e análise dos dados com base na fenomenologia, metodologia proposta para este trabalho.

6.3 Análise Ideográfica

Quando o pesquisador adota a fenomenologia, defronta-se com a tarefa de desvelar fatos da vida cotidiana, situando-se diante do fenômeno em estudo. Para tanto, ele realiza as análises ideográfica e nomotética. A análise ideográfica tem como objetivo mapear as ideias presentes nas descrições, buscando tornar visível a ideologia que permeia a descrição do sujeito.

Para isso, realiza-se a leitura de cada fala individual com o objetivo de encontrar e isolar as unidades de significado. Unidades de significado são discriminações espontaneamente percebidas nas descrições dos sujeitos, segundo atitude, disposição e perspectiva do pesquisador e sempre focalizando o fenômeno que está sendo estudado (MARTINS e BICUDO, 1994).

Pela análise ideográfica constroem-se as categorias passando pelas expressões concretas e não por abstrações selecionadas de acordo com o critério adotado pelo pesquisador (MARTINS e BICUDO, 1994). Para Zuliani (2006) são necessárias várias leituras para desvelar as descrições das realidades que estão ocultas nas falas dos sujeitos de pesquisa.

Desta forma, para esta análise, após a coleta de dados, descrita anteriormente, houve um momento de leitura distanciada e não interpretativa dos mesmos para estabelecer as unidades de significado. As análises ideográficas dos dados coletados encontram-se nos apêndices (APÊNDICE A) deste trabalho em virtude da quebra de fluxo de leitura que as mesmas provocariam se fossem apresentadas nesse momento do corpo do texto. No entanto, ao disponibilizá-las ao leitor, oferece-se a possibilidade de consulta e retorno aos dados sempre que este creia necessário.

A análise nomotética, realizada posteriormente a análise ideográfica, reagrupa estes dados de maneira mais sintética e encontra-se no próximo tópico deste trabalho.

6.4 Análise Nomotética

Inicia-se agora a análise nomotética dos dados obtidos a partir da transcrição das falas ocorridas no Módulo ensino por investigação. Este tipo de análise tem

como objetivo encontrar pontos de convergência e divergência entre os dados. Realizada primeiramente, a análise ideográfica é muito importante neste processo, pois, como dito anteriormente, permite construir as unidades de significado que nortearão o pesquisador na análise nomotética.

Esta análise permite olhar as convergências em relação à teoria de David Ausubel à procura de uma mudança na estrutura cognitiva dos alunos envolvidos, dos conhecimentos prévios mobilizados durante o processo, dos subsunçores modificados e dos significados que os alunos produziram durante a atividade na busca da aprendizagem significativa, buscando também uma aproximação à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica como potencializadora desta aprendizagem.

Primeiramente, analisa-se a ideia que os alunos têm sobre o ensino por investigação. A partir das manifestações dos alunos, podemos notar uma ideia equivocada a respeito do que seja ensino por investigação. Eles acreditam que essa estratégia de ensino se assemelha aos seriados e filmes de ficção científica ou a casos de investigações policiais onde se tem a presença de peritos para solucionar os “mistérios”. Essas falsas ideias podem ser lidas nos trechos transcritos abaixo:

| | | |
|---|---------------|---|
| 4 | Ruth Benerito | <i>Esse módulo é como a gente desvenda um mistério... um assassinato, véio. Por isso chama investigação.</i> |
|---|---------------|---|

| | | |
|---|---------|---|
| 5 | Faraday | <i>É isso professora? Maneiro! Aqueles bagulhinho que os caras jogam para ver se acham alguma coisa no local do crime?</i> |
|---|---------|---|

Parece-nos que essa é uma estratégia pouco utilizada pelos professores de ciências no cotidiano escolar, apesar dos muitos estudos divulgados sobre o tema (GIL-PEREZ, 1983; GIL-PEREZ, 1986; GIL-PEREZ e CASTRO, 1996; VILCHES, SOLBES e GIL-PEREZ, 2004; VILCHES, MARQUES, GIL-PEREZ e PRAIA, 2007; CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000; PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PEREZ, 2002; VASCONCELOS, PRAIA, ALMEIDA, 2003; LIMA, 2002; MORAES, 2004; MORAES, GALIAZZI e RAMS, 2002; MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004; AZEVEDO, 2004; MUNFORD e CASTRO LIMA, 2007; SÁ et al 2007; SÁ, 2009; CAÑAL e PORLAN, 1987; CAÑAL, 1999; CAÑAL, 2008),o que leva à ideias inadequadas sobre esse tipo de estratégia de ensino, indicando que pouco se fala dela nos cursos de formação de professores e nos cursos de formação continuada, deixando claro uma

deficiência nesses currículos, seja pela infraestrutura precária, seja pela falta de projetos relacionados a esse modelo de ensino (ZULIANI, 2006) ou por falta de conhecimento dos professores sobre esta estratégia.

Moreira, M.A. (1988) argumenta que embora as pesquisas cheguem, de uma maneira ou de outra, aos professores, a imobilização frente à mudanças pode ser devido ao processo de ensino-aprendizagem ser muito conservador, além de aumentar a sobrecarga de trabalho sobre os professores, podendo torná-los inertes à novas estratégias de ensino, o que os mantém a atuar do jeito como aprenderam.

No início da atividade, na primeira aula do módulo, a professora se dirige aos alunos dando uma breve explicação sobre o que é o módulo e quais são seus objetivos com ele. Continua detalhando os passos que os alunos deverão utilizar durante as aulas, motivando-os a levantarem hipóteses, justificarem suas escolhas e argumentá-las. Fazendo uma leitura mais abrangente, visando somente as falas da professora, observa-se como ela interferiu durante as discussões ocorridas em aula, numa atuação onde prevalece a orientação, estimulação, além de sempre retomar alguns aspectos abordados, como podemos ler nos trechos destacados a seguir.

| | | |
|----|------------|---|
| 89 | Professora | <i>Então, é isso mesmo que eu quero de vocês. Que vocês pensem em uma solução para essa pergunta. Para isso, voltemos a pergunta inicial...o que podemos fazer, então, para comprovarmos em qual água o gelo derrete mais rápido? Fiquem com esses pensamentos que na próxima aula quero que vocês me proponham experiências simples, que possam ser feitas aqui na sala mesmo, para podermos comprovar se o gelo derrete mais rápido na água salgada ou na de torneira...</i> |
|----|------------|---|

| | | |
|-----|------------|---|
| 136 | Professora | <i>Então, qual seria um recipiente que pudéssemos congelar essa água e que não perdêssemos volume?</i> |
|-----|------------|---|

| | | |
|----|------------|---|
| 48 | Professora | <i>Você pode repetir e dar continuidade ao seu pensamento inicial?</i> |
|----|------------|---|

Esta forma de iniciar as atividades pode despertar o interesse dos alunos para os objetivos almejados com a introdução daquele conceito, pois ao estimulá-los a debater, a professora pode levá-los a uma aprendizagem mais consciente, o que, para Bartalo e Pontes Neto (2005), leva a melhores aprendizagens.

Uma convergência diagnosticada nesse início é entre o ensino por investigação e a teoria da aprendizagem significativa, na qual, além da professora fazer uma proposta investigativa, como discutido na avaliação da atividade apresentada no início deste capítulo, também aponta algumas proposições mais gerais com a finalidade de culminar no conceito químico pretendido, mais específico. Também relembra o que havia sido discutido na aula anterior, sempre relacionando as aulas, como pode ser visto na transcrição das falas abaixo.

| | | |
|----|----------------------|---|
| 33 | Professora | <i>Será que o sal ajuda a conservar a temperatura ou ...</i> |
| 34 | Branca Edmée Marques | <i>Eu acho que derrete primeiro na água comum pois tem menor densidade... e também o sal pode ajudar a manter o gelo por mais tempo.</i> |
| 35 | Bohr | <i>Isso mesmo...a água salgada é mais densa, podendo interferir...</i> |
| 36 | Professora | <i>Mas a densidade não depende da massa e do volume de uma substância?</i> |
| 37 | Cannizzaro | <i>Mas a temperatura não interfere na densidade?</i> |
| 38 | Professora | <i>Sim, pois as mudanças de estado físico provocam mudanças na densidade de uma substância...</i> |
| 39 | Cannizzaro | <i>Então, a água líquida tem densidade maior do que do gelo, não tem?</i> |
| 40 | Professora | <i>Tem, mas essa diferença faz o quê?</i> |
| 41 | Ruth Benerito | <i>O gelo vai flutuar</i> |
| 42 | Professora | <i>Muito bem Ruth Benerito</i> |
| 43 | Cannizzaro | <i>Então, não tem nada a ver a densidade com qual derrete mais rápido?</i> |
| 44 | Professora | <i>O que vocês acham?</i> |

Essa ação corrobora com as ideias defendidas por Ausubel (apud MOREIRA, M.A. e MASINI, 1981), pois parece ocorrer o princípio da reconciliação integradora no decorrer das aulas. A professora lança ideias mais gerais do conteúdo no início do Módulo e, progressivamente, vai caminhando com os alunos para conceitos mais específicos fazendo relações entre eles. A professora, ao utilizar o ensino por investigação, respeita a hierarquia existente na estrutura cognitiva do indivíduo, citando alguns conceitos importantes, além de estimular a discussão entre os alunos.

Ao colocar o problema “O gelo derrete mais rápido na água comum (torneira) ou na água com sal?” a professora oferece uma oportunidade aos estudantes de

responderem e discutirem uma questão que não está tradicionalmente nos livros didáticos, além de oferecer aos alunos a oportunidade de buscarem recursos necessários à aprendizagem de ciências e construïrem seus próprios significados. Em relação às hipóteses levantadas pelos estudantes, ao contrário do relatado por Hapkiewicz (1999), a maioria dos alunos respondeu na água comum, sem sal. Muitos dos que responderam na água comum assim a responderam por se lembrarem das geleiras, enquanto que os que responderam na água com sal, se lembraram das bebidas vendidas na praia. Essa possibilidade de discussão, aberta pela estratégia usada, faz com que os alunos se comuniquem, debatam e compartilhem os significados, o que é essencial para se obter uma aprendizagem significativa. A construção da aprendizagem pode estar sendo favorecida, pois o conteúdo que os alunos devem aprender está sendo descoberto por eles mesmos, ao levantarem e testarem suas hipóteses, o que lhes permitirá fazer generalizações a partir de instancias mais específicas. Este favorecimento da discussão permite ao professor deixar de lado o modelo clássico de ensino baseado na narrativa, o que, para Moreira, M.A. (2010), leva a criação de circunstâncias que conduzem a aprendizagem relevante e duradoura e não mecânica.

Quando a professora pede para os alunos tentarem justificar suas hipóteses, muitas tentativas de associar o fenômeno surgem, mas sem explicação para o problema proposto. Neste momento, parece haver a reconciliação integradora, pois os alunos estão tentando explorar as relações entre as ideias, apontar similaridades ou diferenças, podendo facilitar a aprendizagem significativa, como visto nas falas abaixo.

| | | |
|----|---------------|--|
| 24 | Gay-Lussac | <i>Então... sal conserva o gelo. O gelo irá derreter mais rápido na água de torneira</i> |
| 25 | Linus Pauling | <i>O gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico.</i> |
| 26 | Lavoisier | <i>Creio que o sal ajuda o gelo a derreter mais rápido, pois ... ao misturar o sal na água, o sal iria dissolver na água...</i> |
| 27 | Mendeleev | <i>Na água com sal.</i> |
| 28 | Arrhenius | <i>Eu acho que é na água com sal, porque o sal é mais corrosivo.</i> |
| 29 | Marie Curie | <i>Também acho que o gelo derreterá mais rápido na água com sal, pois o sal ajudaria a derreter o gelo com mais facilidade...</i> |

| | | |
|----|----------------------|--|
| 30 | Ruth Benerito | <i>Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido.</i> |
| 31 | Faraday | <i>Eu concordo pois acho que o gelo derreteria mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico.</i> |
| 32 | Gay-Lussac | <i>Também acho...o sal ajuda a conservar a temperatura...</i> |
| 33 | Professora | <i>Será que o sal ajuda a conservar a temperatura ou ...</i> |
| 34 | Branca Edmée Marques | <i>Eu acho que derrete primeiro na água comum pois tem menor densidade... e também o sal pode ajudar a manter o gelo por mais tempo.</i> |

Durantes as falas citadas acima nota-se que, apesar dos alunos não conseguirem responder ao problema proposto com uma explicação coerente, do ponto de vista da química, eles mobilizam sua estrutura cognitiva tentando fazer associações para buscar respostas. Assim, apesar dos estudantes relacionarem o conteúdo ao tema, eles não conseguem sistematizá-lo, necessitando de novas informações, ou seja, o aluno percebe a relacionabilidade com o novo conhecimento, mas não consegue estabelecer uma justificativa, tendo o professor que orientá-lo para a busca de informações que levem-no a uma resposta.

Nessa tentativa de justificar suas escolhas, há uma mobilização dos conhecimentos dos alunos, advindos da experiência adquirida fora da escola, além de conceitos que eles aprenderam anteriormente e que estavam estabilizados a espera de novas informações. Essa mobilização de experiências cotidiana pode ser verificada nas falas dos alunos a seguir:

| | | |
|----|---------------|--|
| 30 | Ruth Benerito | <i>Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido.</i> |
|----|---------------|--|

| | | |
|----|---------------|--|
| 49 | Linus Pauling | <i>Só lembrei da praia. Quando a gente vai pra praia nas férias. Com a família. Aqueles homens que vendem cerveja, refrigerante, água ...colocam sal no gelo...</i> |
|----|---------------|--|

| | | |
|----|--------|---|
| 58 | Dalton | <i>É na água salgada por causa da concentração de sal. Quando pega um cubo de gelo e coloca o palito de dente em cima e joga sal por cima, o gelo derrete e congela rapidamente e gruda no palito.</i> |
|----|--------|---|

| | | |
|-----|---------|--|
| 434 | Faraday | <i>Por isso jogador de futebol brasileiro sofre quando vai jogar na Colômbia?</i> |
|-----|---------|--|

| | | |
|-----|---------------|--|
| 446 | Ruth Benerito | <i>Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus...</i> |
|-----|---------------|--|

Segundo Moreira, M.A. e Masini (1981) a aprendizagem é um processo que se dá a partir dos significados que o sujeito estabelece com o mundo em que vive. Esta aprendizagem se constitui em um processo de armazenamento de informações que se condensam em classes mais genéricas de conhecimentos que vão sendo incorporadas no cérebro do indivíduo e que serão utilizadas futuramente. Dessa forma, desenvolve-se uma organização e integração dos conceitos totais de um indivíduo, o que irá representar sua estrutura cognitiva. Assim, a aprendizagem exige mais que conteúdos disciplinares, exige conhecimento sobre o mundo para que o estudante possa atribuir sentido ao que ele está aprendendo.

Conceitos como densidade, temperatura, volume, massa, pH e absorção de calor já estavam, para alguns alunos, estáveis na estrutura cognitiva como subsunçores e também foram evidenciados durante as aulas investigativas, como nas falas apresentadas a seguir:

| | | |
|----|------------|---|
| 37 | Cannizzaro | <i>Mas a temperatura não interfere na densidade?</i> |
|----|------------|---|

| | | |
|-----|------------|---|
| 173 | Cannizzaro | <i>Acho que esses corantes químicos dependem de um certo pH das coisas para ficarem coloridos. Acho melhor a anilina. Dá professora?</i> |
|-----|------------|---|

| | | |
|-----|------|---|
| 394 | Bohr | <i>É, para o sal dissolver na água ele precisa absorver calor.</i> |
|-----|------|---|

Os conhecimentos prévios englobam não só conhecimentos sobre o próprio conceito como também relações diretas ou indiretas que o aluno seja capaz de estabelecer com o novo conteúdo. Desta forma, segundo essa concepção, uma aprendizagem será significativa quando o aluno for capaz de estabelecer relações coerentes entre o que já sabe e o novo conhecimento que lhe está sendo

apresentado. O que o aluno já sabe, é o fator mais importante para se obter uma aprendizagem significativa. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980). Compreender como é o conhecimento que esse sujeito tem em um determinado momento de sua vida e com relação a um objeto é fundamental para refletir sobre a forma como esse sujeito aprende, ou seja, como ele transforma esse conhecimento prévio, passando a ter um maior conhecimento sobre o objeto em estudo. Nesta tentativa de responderem ao problema, os alunos estão buscando relacionar os conceitos preexistentes na sua estrutura cognitiva aos novos significados apresentados a eles.

Para os aprendizes obterem a aprendizagem, mesmo quando não existem os subsunçores, o professor, conforme Ausubel (2003) sugere, deve utilizar organizadores prévios para adquiri-los, que podem ser esquemas, construtos, representações, modelos mentais, etc. Estes têm a função de facilitar a aprendizagem de um tópico específico, servindo como uma ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o que ele deve aprender, pois o professor, quando deseja que seus alunos tenham uma aprendizagem significativa, deve “considerar o conhecimento prévio, seja qual for ele, como a principal variável a influenciar a aquisição significativa de novos conhecimentos” (MOREIRA, M.A., 2005).

Nos dois trechos apresentados abaixo, retirados da intervenção da fala da professora, parece haver uma tentativa de estímulo, embora a pesquisadora não tenha conseguido observar o uso de organizadores prévios durante as aulas. O uso destes se torna importante para que os alunos usem seus conhecimentos prévios para chegarem às respostas pretendidas, mesmo sabendo que eles não são capazes de suprir a deficiência de subsunçores. Nas duas transcrições a pergunta os faz recordar situações do dia a dia, o que pode facilitar a apreensão da aprendizagem, desde que estas representações tenham tido alguma significância para eles.

| | | |
|----|------------|--|
| 46 | Professora | <i>Achei muito interessante o que o Linus Pauling falou em relação a praia...</i> |
|----|------------|--|

| | | |
|-----|------------|---|
| 340 | Professora | <i>Pensem no teor de álcool que cada bebida tem.</i> |
|-----|------------|---|

Outra categorização importante é a reorganização dos conhecimentos na estrutura cognitiva dos alunos ao tomarem contato com novas informações, como nos trechos seguintes:

| | | |
|-----|---------------|--|
| 423 | Ruth Benerito | Quando eu li aqui, ó... tá escrito pressão de vapor... pensei que se cozinha melhor onde se tem maior pressão. Então... No rio, cozinha mais rápido que em Juiz de Fora, que é mais alto e por isso, tem menor pressão. |
| 424 | Cannizzaro | Isso tem relação com ar mais ou menos rarefeito? |
| 425 | Professora | Sim. Em locais mais altos o ar é mais rarefeito... mas o que a Ruth Benerito disse, tá certo? |
| 426 | Cannizzaro | Não. Se em Juiz de Fora é mais alto a pressão atmosférica vai ser maior... então... a água vai ferver mais rápido, né? |
| 427 | Professora | Certo... continua... |
| 428 | Cannizzaro | Se a água vai ferver mais rápido... |
| 429 | Professora | Isso, se ela vai ferver mais rápido, isso quer dizer que ela ferverá com a temperatura maior ou menor que cem graus? |
| 430 | Cannizzaro | Vai ferver com menos... vai ferver a menos de cem graus... |
| 431 | Professora | Então, se ela ferve, por exemplo, a 90 graus em Juiz de Fora, o tempo de cozimento de um alimento em Juiz de Fora será menor ou maior que no Rio? |
| 432 | Cannizzaro | Vai demorar mais para cozinhar em Juiz de Fora... |
| 433 | Professora | Exatamente. Quanto maior a altitude local, menor a pressão atmosférica e, portanto, menor a temperatura de ebulição. |
| 434 | Faraday | Por isso jogador de futebol brasileiro sofre quando vai jogar na Colômbia? |
| 435 | Professora | Como assim? |
| 436 | Faraday | É, se na Colômbia tem maior altitude, tem menor pressão atmosférica... aí o ar é mais rarefeito... por isso jogador brasileiro sofre. |

| | | |
|-----|---------------|---|
| 440 | Ruth Benerito | Olha, se aqui a água ferve a cem graus e lá ferve a noventa graus, lá ferve mais rápido. |
| 441 | Marie Curie | Então vai cozinhar mais depressa o macarrão. |
| 442 | Ruth Benerito | Não. |
| 443 | Cannizzaro | Claro que não. Pensa... |
| 444 | Ruth Benerito | Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão... |

| | | |
|-----|---------------|--|
| 445 | Professora | <i>Qual esquema?</i> |
| 446 | Ruth Benerito | <i>Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus...</i> |
| 447 | Marie Curie | <i>Ah...tá... claro... que vacilo...</i> |

Durante estes trechos da discussão entre os alunos parece estar ocorrendo o que Ausubel define como aprendizagem superordenada. A partir de uma questão sobre o cozimento e pressão atmosférica, conceitos mais gerais e abarcadores, como temperatura de ebulição e ar rarefeito, surgem para interagir com eles. A primeira ideia (cozimento do macarrão e pressão atmosférica) partiu de um subsunçor que interagiu com outros subsunçores (temperatura de ebulição e ar rarefeito) da estrutura cognitiva do sujeito.

A oportunidade de discussão permitindo que os alunos tenham liberdade para fazerem suas escolhas, os leva sozinhos à novas proposições. Isso porque no ensino por investigação, a voz é dos alunos. É importante que o professor faça perguntas que orientem os alunos na discussão, mas que os façam refletir, de acordo com o delineamento que o próprio aprendiz vai dando para o assunto.

Talvez esta seja uma aproximação de grande importância entre o ensino por investigação e a aprendizagem significativa, pois para que esta atividade ocorresse foi preciso que os alunos estivessem engajados, o que está relacionado com a disposição por aprender. Segundo Novak (1981), a predisposição para aprender envolve também experiências afetivas que o aprendiz tem no evento educativo.

Desta maneira, se este evento não proporcionar um envolvimento que estimule o engajamento, não serão estabelecidos significados, não ocorrendo a aprendizagem significativa. Sendo assim, para se obter a aprendizagem significativa é importante considerar a vontade dos estudantes de relacionarem o novo material à sua estrutura cognitiva. Se não houver vontade, a aprendizagem é mecânica e sem significado.

Para validar um diagnóstico de aprendizagem significativa o estudante deve ser capaz de transferir os conteúdos adquiridos a novas situações. Novamente essas ideias vão ao encontro da estratégia de ensino utilizada, pois mesmo não usando métodos tradicionais de avaliação para esse diagnóstico verificou-se a manifestação e interação dos estudantes em relação à atividade realizada. Isto fez com que eles conseguissem verbalizar o novo conhecimento adquirido, inclusive

relacionando os conceitos aprendidos com fatos de seu dia a dia. Os trechos abaixo expressam as falas dos estudantes tanto em relação à pergunta proposta sobre o conceito de crioscopia, como também para outros conceitos ligados às propriedades coligativas, como pressão máxima de vapor e ebulição e tonoscopia. Não esperamos, desta maneira, que as falas transcritas expressem todas as relações existente entre os conceitos, mas principalmente aqueles que almejamos que o aluno identifique por meio da realização da atividade.

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 426 | Cannizzaro | <i>Não. Se em Juiz de Fora é mais alto a pressão atmosférica vai ser maior... então... a água vai ferver mais rápido, né?</i> |
| 436 | Faraday | <i>É, se na Colômbia tem maior altitude, tem menor pressão atmosférica... aí o ar é mais rarefeito... por isso jogador brasileiro sofre.</i> |
| 444 | Ruth Benerito | <i>Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão...</i> |
| 446 | Ruth Benerito | <i>Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus...</i> |
| 457 | Ruth Benerito | <i>Para ele cozinhar mais rápido. Nesse papel que você nos deu para ler e juntando com a experiência do gelo, dá para ver que a presença do sal abaixa a temperatura de congelamento [...]</i> |
| 463 | Gay-Lussac | <i>Porque o sal faz com que a temperatura de congelamento diminua e a de ebulição aumente.</i> |
| 470 | Mendeleev | <i>Isso, aí o texto tá explicando que o efeito coligativo será mais intenso se o sólido dissolvido for iônico</i> |
| 471 | Branca Edmée Marques | <i>Como o sal é iônico, ele diminui mais a temperatura de congelamento da água</i> |
| 472 | Cannizzaro | <i>Por isso o gelo derrete mais devagar.</i> |

Porém, somente a vontade e a disposição do estudante em aprender pode não levá-lo a uma aprendizagem significativa se o material não for potencialmente significativo. Assim, as aulas caminharam no sentido de serem estimuladoras para os alunos, dando a eles a oportunidade de escolher os experimentos e manuseá-los, além de deixá-los conduzir o rumo das discussões, com intervenções apenas pontuais da professora.

Durante toda a leitura da transcrição das falas, é nítida a participação efetiva dos alunos, o que os manteve intelectualmente ativos. Isso transparece quando se conta todos os turnos de fala dos alunos e da professora. Do total de 472 falas, somente 144 turnos são da professora, revelando o ambiente aberto a discussões que se formou durante o Módulo, evidenciando um ensino centrado no aluno, além de um ambiente aberto para a negociação de significados.

Para Moreira, M.A. e Masini (1981) a linguagem ocupa um papel facilitador na aquisição de conceitos, pois ela contribui com a representação de símbolos e de aspectos refinadores da verbalização, no processo de conceitualização, influenciando e refletindo o nível de funcionamento cognitivo. Para esses autores, sem a linguagem não haveria assimilação de conceitos, além dela assegurar certa uniformidade cultural no conteúdo genérico dos conceitos, facilitando, assim, a comunicação cognitiva e interpessoal, evidenciando o princípio da linguagem como conhecimento proposto na TASC.

Além disso, para que a aula seja investigativa, o professor deve acompanhar as discussões, provocar, propor novas questões e ajudar os alunos a manterem a coerência de suas ideias. O ensino por investigação exige uma mudança significativa no papel tradicional atribuído ao professor, que está preparado para “derramar” o conhecimento no aluno ao invés de incentivá-los a formular hipóteses e resolver problemas (Cañal, Pozuelos e Gonzáles, 2007).

Assim, nesta atividade, apesar das falas pontuais da professora, houve um compartilhamento de significados onde ela passa a ser não somente uma transmissora de conteúdos, mas também uma perceptora/receptora do conhecimento prévio dos alunos, o que lhe ajudará a reativá-los e a orientá-los para refletirem sobre o desenvolvimento de conceitos cada vez mais próximos daqueles aceitos cientificamente.

Ao elaborar os experimentos para comprovar suas hipóteses, os alunos estabeleceram muitos controles de variáveis com a finalidade de manter o

experimento estável, sem interferentes, dando credibilidade aos seus resultados e caminhando para a construção do conhecimento científico. Este episódio nos permite verificar o potencial dos alunos em relação a elaboração dos experimentos e a riqueza desta atividade em propiciar ao estudante a oportunidade de trabalhar com coisas e objetos em um exercício de simbolização ou representação. A professora permite que os estudantes tenham contato com outras fontes de informação, podendo evidenciar a aprendizagem subordinada, na qual a nova informação adquire novos significados em uma interação com os subsunçores presentes, podendo resultar em uma diferenciação progressiva nas quais os conceitos existentes se reorganizam e adquirem novos significados.

| | | |
|-----|---------------|--|
| 111 | Linus Pauling | <i>Primeira coisa é pegar dois recipientes do mesmo tamanho e volume...um recipiente com água e sal e outro com água comum.</i> |
|-----|---------------|--|

| | | |
|-----|-------------|---|
| 113 | Marie Curie | <i>Dois potes iguais, como chama mesmo? Becker? Pegamos dois desses com a mesma quantidade de água, com a mesma temperatura, porém um com sal e outro sem.</i> |
|-----|-------------|---|

| | | |
|-----|----------------------|--|
| 116 | Branca Edmée Marques | <i>Tudo que for feito em um tem que ser feito no outro, menos o sal</i> |
|-----|----------------------|--|

| | | |
|-----|------|--|
| 117 | Bohr | <i>Os gelos têm que ser do mesmo tamanho e teremos que cronometrar...</i> |
|-----|------|--|

O texto (ANEXO C) sobre o tema abordado nas aulas foi apresentado somente na quarta aula, como um material de apoio para a estruturação e organização dos conceitos adquiridos. Como os alunos já haviam levantado as hipóteses, registrado suas experiências e conhecimentos prévios e realizado experiências por eles mesmos propostas, o texto para leitura os ajudou na sistematização das observações e conclusões. No decorrer da atividade nota-se que os alunos incorporam novos termos ao seu vocabulário científico, incluindo palavras como temperatura de congelamento, reação endotérmica, propriedades coligativas, pressão de vapor, etc.

O surgimento destas palavras pode ser sinal de uma hierarquização, tanto da reconciliação integradora como da diferenciação progressiva. Durante as discussões, os alunos apresentam uma organização hierárquica apresentando conceitos químicos cada vez mais abrangentes envolvidos na resolução do problema. A ocorrência da reconciliação integradora também pode ser notada no estabelecimento de relações entre os conceitos que os alunos manifestam, como os descritos a seguir.

| | | |
|----|--------|--|
| 20 | Dalton | <i>Qual relação, água salgada e gelo?</i> |
|----|--------|--|

| | | |
|----|---------------|--|
| 21 | Linus Pauling | <i>É mais denso ou menos denso?</i> |
|----|---------------|--|

| | | |
|-----|------------|--|
| 424 | Cannizzaro | <i>Isso tem relação com ar mais ou menos rarefeito?</i> |
|-----|------------|--|

A diferenciação progressiva pode ser sinalizada quando as discussões apresentam os alunos fazendo somente relações com suas hipóteses sem a justificarem. No entanto, no decorrer das aulas, eles expressam justificativas coerentes com os conceitos químicos considerados adequados cientificamente, como nos seguintes trechos:

| | | |
|-----|------------|--|
| 395 | Gay-Lussac | <i>Minha mãe é professora de química e me disse ontem, quando eu tava lendo o texto, que essa é uma reação endotérmica, porque o sal absorve calor do meio para se quebrar...</i> |
|-----|------------|--|

| | | |
|-----|------------|--|
| 398 | Cannizzaro | <i>[...] Como o sal absorve calor do meio, ele esfria o meio...</i> |
|-----|------------|--|

| | | |
|-----|------------|---|
| 403 | Gay-Lussac | <i>O sal interfere nessas propriedades coligativas, escritas aqui no texto que você deu. Então, quando tem água com sal e água sem sal, o sal vai abaixar a temperatura de congelamento da água.</i> |
|-----|------------|---|

As questões levantadas pelos alunos durante as aulas também nos permitem dizer que esta é uma atividade que exige espírito crítico e habilidades de reflexão, pois foi grande o número de questões surgidas no decorrer das aulas do Módulo. Questões como as selecionadas abaixo, nos autorizam a afirmar que no ambiente

de ensino por investigação os alunos deixam de ser apenas observadores nas aulas, passando a ter grande influência sobre ela e a fazer parte da construção de seu conhecimento.

| | | |
|----|---------------|------------------------------------|
| 20 | Dalton | Qual relação, água salgada e gelo? |
| 21 | Linus Pauling | É mais denso ou menos denso? |

| | | |
|----|------------|---|
| 37 | Cannizzaro | Mas a temperatura não interfere na densidade? |
|----|------------|---|

| | | |
|----|------------|--|
| 39 | Cannizzaro | Então, a água líquida tem densidade maior do que do gelo, não tem? |
|----|------------|--|

Para Azevedo (2004) quando os alunos têm a oportunidade de questionar e defender seus pontos de vista, as ideias que surgem nas respostas são diferentes, relacionadas às conversas ocorridas entre eles o que leva ao desenvolvimento de habilidades como argumentação, interpretação e análise, podendo facilitar a aprendizagem significativa crítica, pois se relaciona com alguns princípios facilitadores da TASC, como o da interação social e do questionamento, do aprendiz perceptor/representador e do abandono da narrativa.

Outra aproximação possível é o fato, do mesmo modo que ocorre na Ciência, os resultados são comunicados quando os alunos relatam suas explicações depois do processo ter se consolidado parcialmente. Ao oportunizar esta comunicação, o ensino por investigação permite que significados adquiridos sejam evidenciados, oportunizando uma aprendizagem significativa.

Os resultados encontrados nos mostram que o ensino por investigação proporcionou uma aprendizagem significativa dos alunos, pois os pressupostos da atividade investigativa se articulam com os ideários da teoria da aprendizagem significativa, ou ainda que o ensino por investigação pode servir como uma ferramenta para os professores em busca de uma aprendizagem que tenha significado.

Pensando no ensino por investigação também como uma possibilidade de formação política dos alunos com a finalidade de intervir na realidade e sua transformação, torna-se possível a aproximação desta estratégia de ensino aos

referenciais teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. As relações a seguir tentam fazer uma aproximação entre elas.

Em relação à teoria da aprendizagem significativa crítica o indivíduo deve fazer parte do seu grupo social, mas deve reconhecer quando deve se afastar dele. Para Moreira, M.A. (2005), somente um indivíduo crítico é capaz de filtrar as questões sem importância e detectar aquilo que é importante para chegar ao conhecimento. Nesse sentido, os princípios organizados por Moreira, M.A. (2005) podem ser vistos como norteadores para os professores promoverem em sala de aula e fazerem com que os alunos tenham esse discernimento.

O Quadro 5 dispõe os princípios do ensino por investigação relacionando-os com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, para facilitar ao leitor as aproximações feitas nesta tese entre elas.

Quadro 5 Comparação entre o Ensino por Investigação, Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica

| Teorias Princípios | Ensino por Investigação | Aprendizagem Significativa | Aprendizagem Significativa Crítica |
|--|---|--|--|
| Orientação | Sim | Sim- o ensino deve orientar o aluno. | Sim |
| Expressão e contraste dos conhecimentos | Sim | Sim- Externalização dos conhecimentos prévios/levantamento dos subsunçores | Princípio do conhecimento prévio e princípio da interação social e do questionamento |
| Planejamento do trabalho a se feito | Sim- estímulos para discutirem | Sim- Levantamento dos subsunçores | Princípio da não centralidade do livro texto, abandono da narrativa e não utilização do quadro de giz, interação social e questionamento |
| Obtenção de novas informações | Sim- procedimentos para comprovarem ou refutarem suas hipóteses | Sim- apresentação de novos conceitos ou ideias | Princípio da interação social e do questionamento, do conhecimento da linguagem, do conhecimento prévio, da não centralidade no livro texto, do aprendiz como perceptor/representador, abandono do quadro de giz, abandono da narrativa. |
| Estruturação primária | Sim- argumentações | Sim- negociação de significados | Princípio da interação social e do questionamento, do conhecimento da |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | linguagem, da desaprendizagem e da aprendizagem pelo erro |
| Estruturação secundária | Sim- autonomia para intervir na sequência da aula (novos experimentos propostos) | Sim- processo de assimilação, facilitar a ancoragem na estrutura cognitiva | Princípio do conhecimento como linguagem, abandono da narrativa, da incerteza do conhecimento |
| Expressão ou comunicação de conhecimentos desenvolvidos | Sim- discutir significados apreendidos | Sim- processo de assimilação, modificação do subsunçor ou conexão entre eles | Princípio do conhecimento como linguagem |
| Análise e avaliação do processo desenvolvido obtidos no decorrer da unidade | Sim | Sim- relação não arbitrária e substantiva | Princípio da consciência semântica |
| Envolvimento e liberdade dos alunos | Sim | Sim | Sim – princípio da interação social e do questionamento, aprendiz perceptor/representador, do conhecimento da linguagem, consciência semântica, incerteza do conhecimento. |
| Favorecimento das reflexões/Contextualização social | Sim | Sim | Sim- princípio da interação social e do questionamento |
| Autonomia | Sim | Sim | Sim |
| Trabalho coletivo | Sim | Sim- compartilhamento de significados | Sim- princípio da interação social e do questionamento |
| Afetividade | Sim | Sim | Sim |
| Não utilização do livro texto | Sim | Sim | Sim- princípio da não centralidade no livro texto |
| Foco no aluno | Sim | Sim | Sim |
| Professor como orientador | Sim | Sim | Sim |
| Não utilização de quadro e giz | Sim | Sim- ensinar a partir de variadas estratégias | Sim- princípio da não utilização do quadro de giz |
| Incerteza do conhecimento | Sim | Sim | Sim |
| Aprendizagem pelo erro | Sim | Sim | Sim |
| Desaprendizagem | Sim | Sim | Sim |

Fonte: A AUTORA (2012)

Nas próximas linhas, descreve-se as similitudes entre o ensino por investigação e a TASC, tentando, em cada princípio destacado, fazer uma aproximação entre eles.

O primeiro princípio é o do conhecimento prévio. Nesse sentido, as aulas propostas no Módulo ensino por investigação foram organizadas com a finalidade de os alunos investigarem o fenômeno a ser estudado, levantando suas hipóteses

iniciais e, com isso, favorecendo, entre outras coisas, a percepção dos conhecimentos prévios que os alunos possuíam. Para Moreira, M.A. (2010), a disponibilidade de subsunçores é a condição chave para haver a aprendizagem significativa. Desta maneira, o ensino por investigação favorece ao professor a percepção de conhecimentos prévios por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução da questão proposta. Na análise ideográfica, elencamos alguns conceitos como unidades de significação, que consideramos ser subsunçores, e mostramos alguns exemplos a seguir.

| | | |
|----|---------------|--|
| 21 | Linus Pauling | <i>É mais denso ou menos denso?</i> |
|----|---------------|--|

| | | |
|----|------------|---|
| 22 | Gay-Lussac | <i>Derrete no que tem maior temperatura...</i> |
|----|------------|---|

| | | |
|----|---------|---|
| 31 | Faraday | <i>Eu concordo pois acho que o gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico.</i> |
|----|---------|---|

| | | |
|----|----------------------|---|
| 34 | Branca Edmée Marques | <i>Eu acho que derrete primeiro na água comum pois tem menor densidade... e também o sal pode ajudar a manter o gelo por mais tempo.</i> |
|----|----------------------|---|

| | | |
|----|------------|---|
| 37 | Cannizzaro | <i>Mas a temperatura não interfere na densidade?</i> |
|----|------------|---|

Essa participação dos alunos leva, também, ao surgimento de muitas questões no decorrer das atividades, o que também indica que o ensino proposto condiz com a aprendizagem crítica, pois estimula o questionamento ao invés de dar respostas prontas. Ou seja, ao invés da mera participação do aluno como receptor de respostas preestabelecidas, no trabalho realizado tem-se a valorização da interação entre os alunos e entre eles e o professor, além de uma valorização da interação do aluno com o objeto de estudo, podendo dizer que os princípios da TASC como da interação social e do questionamento, do aprendiz com perceptor/representador e do abandono da narrativa se são favorecidos pelo ensino por investigação contribuindo, talvez, para uma aprendizagem significativa. Algumas manifestações presentes nas discussões estão a seguir.

| | | |
|----|------------|---|
| 39 | Cannizzaro | <i>Então, a água líquida tem densidade maior do que do</i> |
|----|------------|---|

| | | |
|--|--|-----------------------|
| | | gelo, não tem? |
|--|--|-----------------------|

| | | |
|----|------------|---|
| 66 | Cannizzaro | Mas o sal tem algum papel quando dissolvido na água? |
|----|------------|---|

O material utilizado para essa estratégia de ensino não se centralizou nos livros didáticos, na uso do quadro e nem somente na voz do professor como único transmissor do conhecimento corroborando, mais uma vez, com as ideias contidas nos princípios da TASC, como da não centralidade no livro texto, da não utilização do quadro de giz e do abandono da narrativa. Obteve-se a construção do conhecimento humano a partir de discussões entre os integrantes da aula e dos experimentos propostos por eles, com o professor orientando as ideias para que os alunos se conduzam de maneira independente à resposta adequada, como destacado nos trechos abaixo:

| | | |
|----|------------|--|
| 16 | Professora | <i>[...] Hoje a minha questão para vocês é: um cubo de gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum ... de torneira? Eu quero que vocês discutam entre vocês, levantando todas as hipóteses. [...]</i> |
|----|------------|--|

| | | |
|----|------------|--|
| 89 | Professora | <i>Então, é isso mesmo que eu quero de vocês. Que vocês pensem em uma solução para essa pergunta. [...] na próxima aula quero que vocês me proponham experiências simples, que possam ser feitas aqui na sala mesmo, para podermos comprovar se o gelo derrete mais rápido na água salgada ou na de torneira...</i> |
|----|------------|--|

Moreira, M.A. (2010) fala que “o abandono da narrativa implica a busca de maneiras de ensinar, nas quais, metaforicamente, o professor fale menos, narre menos, e o aluno fale mais, participe criticamente de sua aprendizagem”. Neste sentido, é preciso dar opções aos alunos, trabalhando conteúdos através de situações que façam sentido, que sejam relevantes para eles.

As percepções dos alunos em relação ao tema proposto também foram evidenciadas durante as aulas, tanto em relação às suas experiências do passado quanto na busca de um sentido para compreender a nova informação. Estas percepções, tanto do que é ensinado, tanto daquilo que se está ensinando, ganham

importância na facilitação da aprendizagem significativa e, mais uma vez, se tornam mais próximas da proposta de ensino feita. Nas falas abaixo, podemos notar a percepção do aluno em relação ao conteúdo discutido e um conhecimento cotidiano do passado (como nos primeiros dois trechos transcritos) e a busca de funcionalidade da nova informação (no terceiro e quarto trechos transcritos).

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 78 | Branca Edmée Marques | <i>Então porque eles jogam sal nas ruas dos países que nevam? Se fosse isso, o sal não deixaria o gelo derreter e ficaria o gelo atrapalhando... acho que não acontece isso não. É na água de torneira que o gelo derrete mais rápido.</i> |
| 88 | Mendeleev | <i>Sei lá, acho que o gelo demora para derreter mais na água com sal, por isso a latinha da cerveja fica gelada rápido. Se derretesse rápido, não daria tempo de gelar a cerveja.</i> |
| 421 | Ruth Benerito | <i>Dá para levar essas propriedades para as nossas vidas... nosso dia a dia.</i> |
| 401 | Dalton | <i>Agora tenho uma explicação científica para as cervejas dos churrascos lá de casa. Meu pai vai achar que eu tô estudando pra caramba.</i> |

Quando se coloca a questão norteadora no quadro e se estimula a discussão entre os alunos, também está se desenvolvendo a argumentação, além do domínio da linguagem. Para serem compreendidos e compreender, os alunos precisam saber a língua portuguesa e usar a linguagem científica, ou seja, termos cientificamente aceitos. A linguagem passa a assumir o papel de intercâmbio entre a linguagem comum e a científica no ensino por investigação, o que está de acordo com o quinto princípio da TASC, do conhecimento como linguagem.

Partindo da idéia da linguagem como prática social, Lemke (1998) afirma que as diversas formas de linguagem se combinam com o objetivo de obter uma comunicação mais eficaz e construir um significado. Jiménez Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003) exploram a importância dos discursos promovidos em sala de aula para a compreensão das ciências e indicam que o professor deve, portanto, promover a discussão de ideias e a avaliação de alternativas para que os alunos possam escolher entre as diferentes explicações.

Afirmam ainda que a argumentação torna-se cada vez mais forte à medida que novos dados e ideias são trazidos para a fala. Desta forma, uma prática que promova a discussão e argumentação em sala de aula, pode contribuir por uma aprendizagem significativa crítica.

O sexto princípio é o da consciência semântica. O aluno deve passar por três níveis de conscientização para ter uma aprendizagem significativa crítica. Uma delas é ter conhecimentos prévios, o que já foi observado nas aulas. Outro fator é a representação que as palavras adquirem no contexto do que é obtido pelos alunos, pois necessitam fazer representações dos conceitos envolvidos durante o Módulo. A terceira está relacionada à percepção da mudança e também pode ser observada durante as atividades investigativas, pois muitos estudantes perceberam o significado do fenômeno estudado, com a ajuda de outros alunos, como na transcrição a seguir.

| | | |
|-----|------------------|--|
| 441 | Marie Curie | <i>Então vai cozinhar mais depressa o macarrão.</i> |
| 442 | Ruth Benerito | <i>Não.</i> |
| 443 | Cannizzaro | <i>Claro que não. Pensa...</i> |
| 444 | Ruth Benerito | <i>Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão...</i> |
| 445 | Professora | <i>Qual esquema?</i> |
| 446 | Ruth Benerito | <i>Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus...</i> |
| 447 | Marie Curie | <i>Ah...tá... claro... que vacilo...</i> |

Durante as aulas, nota-se o estímulo da professora para que os alunos detectem seus erros, sempre atenta às respostas dos alunos, valorizando quando as respostas estavam adequadas e questionando quando elas eram inadequadas, sem excluir do processo o aluno que errou. Esta ação corrobora com uma atitude que almeje uma aprendizagem significativa crítica e está de acordo com o princípio da aprendizagem pelo erro. Por ele, o aluno não deve ser punido pelo erro, deve ser estimulado a detectá-lo, ponderando as incertezas e aprendendo com a superação. As falas abaixo mostram como a professora atuou para que os alunos percebessem as suas falhas.

| | | |
|-----|------------|---|
| 33 | Professora | <i>Será que o sal ajuda a conservar a temperatura ou ...</i> |
| 36 | Professora | <i>Mas a densidade não depende da massa e do volume de uma substância?</i> |
| 40 | Professora | <i>Tem, mas essa diferença faz o quê?</i> |
| 425 | Professora | <i>Sim. Em locais mais altos o ar é mais rarefeito... mas o que a Ruth Benerito disse, tá certo?</i> |

O professor deve estar atento para saber quando o subsunçor deve ser usado. Às vezes o conhecimento prévio pode funcionar como um obstáculo se o aluno não conseguir se desprender de certos conceitos. Assim, a atenção dos professores é fundamental a essa percepção para, além de saber o que ensinar, para ser relevante ao aluno e a fim de que este perceba significado naquilo que está aprendendo.

Porém, esta tarefa, por ser de grande responsabilidade, não deve ficar somente a cargo do professor, devendo ser um processo de co-responsabilidade entre ele e os alunos. A medida que os alunos amadurecem, eles também percebem quando usar certos conhecimentos. Esse princípio da desaprendizagem permeia a proposta de ensino por investigação, pois o planejamento das questões norteadoras é importante para torná-las atraentes e fomentar a necessidade de aprender nos alunos.

As questões devem ser propostas para estimular a curiosidade científica dos estudantes e gerar uma discussão bastante ampla, chegando ao processo de elaboração do conceito envolvido. Deste modo, com o aluno fazendo parte do processo de construção do conceito, ele passa a perceber a capacidade de auto-correção decorrente do erro, construindo um modelo inicial que pode ser corrigido até que o satisfaça, o que é defendido no princípio da aprendizagem pelo erro. Este princípio pode ser detectado durante as discussões entre os alunos e entre eles e o professor. Um exemplo, pode ser mostrado na transcrição a seguir.

| | | |
|-----|---------------|---|
| 423 | Ruth Benerito | <i>Quando eu li aqui,ó... tá escrito pressão de vapor... pensei que se cozinha melhor onde se tem maior pressão. Então...No rio, cozinha mais rápido que em Juiz de Fora, que é mais alto e por isso, tem menor pressão.</i> |
|-----|---------------|---|

| | | |
|-----|------------|---|
| 424 | Cannizzaro | <i>Isso tem relação com ar mais ou menos rarefeito?</i> |
| 425 | Professora | <i>Sim. Em locais mais altos o ar é mais rarefeito... mas o que a Ruth Benerito disse, tá certo?</i> |
| 426 | Cannizzaro | <i>Não. Se em Juiz de Fora é mais alto a pressão atmosférica vai ser maior... então... a água vai ferver mais rápido, né?</i> |
| 427 | Professora | <i>Certo... continua...</i> |
| 428 | Cannizzaro | <i>Se a água vai ferver mais rápido...</i> |
| 429 | Professora | <i>Isso, se ela vai ferver mais rápido, isso quer dizer que ela ferverá com a temperatura maior ou menor que cem graus?</i> |
| 430 | Cannizzaro | <i>Vai ferver com menos... vai ferver a menos de cem graus...</i> |
| 431 | Professora | <i>Então, se ela ferve, por exemplo, a 90 graus em Juiz de Fora, o tempo de cozimento de um alimento em Juiz de Fora será menor ou maior que no Rio?</i> |
| 432 | Cannizzaro | <i>Vai demorar mais para cozinhar em Juiz de Fora...</i> |
| 433 | Professora | <i>Exatamente. Quanto maior a altitude local, menor a pressão atmosférica e, portanto, menor a temperatura de ebulição.</i> |

Como dito anteriormente, a proposta analisada está de acordo com o décimo princípio, pois não se utiliza nenhum meio de transmissão passiva de conhecimento. O aluno participa ativamente do processo de aprendizagem, desde a elaboração até a execução do experimento, coletando e analisando os dados, além propiciar a aproximação do princípio do abandono da narrativa, onde o aluno pode falar, o que ocorre quando as discussões são fomentadas na sala de aula.

Segundo estas características pode-se encontrar semelhanças entre o ensino por investigação e a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASC), pois seus princípios norteadores para que a aprendizagem deixe de ser apenas conceitual e passe a ser significativa, evitam transmitir uma visão empobrecida da ciência diminuindo o interesse dos jovens, e passa a produzir estratégias para formar indivíduos capazes de tomar decisões fundamentadas no conhecimento científico, ou seja, possibilitam de fato formar criticamente o aluno.

Silva, Paulo e Kato (2012) analisam que a aprendizagem dos conceitos matemáticos se torna vinculada à cultura do aluno, o que contribui para a formação do mesmo como cidadão. Também destacam a importância do conhecimento da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica pelos professores, para que eles possam melhorar como tais, tendo mais elementos apoiando suas práticas (SILVA, PAULO E KATO, 2012).

Lucas e Batista (2011) mostram que a característica dinâmica e diversificada de uma sequência didática bem planejada, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e outras, pode contribuir para uma educação científica e colaborar com o processo de construção do conhecimento.

Amaral (2010) destaca que a educação pela pesquisa, a qual envolve o questionamento, a argumentação e a comunicação, pode contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes, visando à aprendizagem significativa crítica.

Os dados destes estudos (SILVA, PAULO e KATO, 2012; LUCAS e BATISTA, 2011 e AMARAL, 2010) estão de acordo com os encontrados nesta pesquisa, que sinaliza que o uso do ensino por investigação, como uma estratégia metodológica que permite a discussão e a argumentação em sala de aula, com o professor abdicando de matérias instrucionais convencionais, pode promover uma aprendizagem significativa crítica dos alunos, desde que o professor prepare cuidadosamente esta prática de ensino, o que demanda conhecimento teórico, reflexão crítica sobre a própria prática e abertura às mudanças. Cabe lembrar que estas habilidades somente são adquiridas com formação específica e adequada dos professores mostrando a necessidade dos cursos de formação de discutir estratégias de ensino-aprendizagem diferenciadas do tradicional e que tenham relações com princípios que preparem alunos críticos e reflexivos, não só para atuarem como cidadãos, mas como formadores destes.

7 CONSIDERAÇÕES

Professores em busca de uma educação melhor, se tornam conscientes, através de estudos e discussões, de que o conhecimento é uma exigência social e exige, cada vez mais, competências cognitivas para o desempenho de tarefas. Porém, poucos trabalhos são realizados a fim de relacionar o ensino por investigação como possibilidade de contribuição desta perspectiva, no sentido de utilizar as informações contidas na estrutura cognitiva em novos conhecimentos.

A pesquisa realizada neste estudo se torna importante, pois utiliza o ensino por investigação, estratégia de ensino já estabelecida, como capaz de oportunizar uma aprendizagem significativa dos alunos, além de ser uma estratégia em que as atitudes do professor se aproximam dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, contribuindo, assim, para um aluno autônomo e crítico.

Foi possível observar a liberdade para expressão e condução das atividades durante as aulas pelos alunos, o que torna o ensino por investigação importante e facilitador para a compreensão do mundo, pois aguça a curiosidade dos estudantes, levando ao engajamento destes no processo de construção do conhecimento, mesmo diante de uma estratégia que eles não estavam acostumados, com a presença de gravadores e com a falta de oportunidade de discussão nas aulas tradicionais.

A possibilidade de responder uma questão permite que os alunos externalizem seus conhecimentos prévios a respeito dos conceitos químicos relevantes para o tema em questão, contribuindo para o processo de uma aprendizagem significativa crítica. A apresentação dos subsunçores provenientes de sua experiência vivida no ambiente escolar e no dia a dia, de tal forma incorporados e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, se torna importante não apenas para facilitar novas aprendizagens, mas também para determinar respostas às demandas cotidianas.

As informações coletadas e discutidas durante todas as aulas, com a finalidade de comprovarem ou refutarem suas hipóteses, relacionam-se tanto com as informações que são transmitidas pela escola, quanto com aquelas que sobrevivem na memória coletiva. No entanto, a que é transmitida pela escola contribui para o estabelecimento de princípios orientadores do modo de representar e de aprender sobre o tema químico em questão. Pode ser que durante os anos de

ensino fundamental alguns conceitos gerais sobre o tema já tenham sido construídos pelo indivíduo sofrendo apenas uma diferenciação no ensino médio.

Ao abandonar a narrativa, o livro texto e o quadro de giz, deixando os alunos como centrais no processo, interagindo, discutindo e argumentando com autonomia, esta estratégia de ensino oportuniza uma negociação de significados levando a um processo de assimilação ou modificação de subsunçores, expressos na falas dos estudantes, sendo possível a identificação da essência do novo conhecimento que construíram coletivamente, sem memorização do conteúdo.

Porém, a possibilidade deste fato só é possível pela presença de um professor preparado para promover a discussão e argumentação entre os alunos, pois a forma do trabalho em sala de aula tem que favorecer tal desenvolvimento. Desta maneira, mudanças na formação dos professores devem ser pensadas e mais pesquisas devem ser realizadas para preparar futuros professores com habilidades que contemplem a promoção da argumentação dos alunos.

Diante destas constatações, o ensino por investigação mostra-se eficiente para promover a aprendizagem significativa dos alunos, desde que os professores estejam preparados para a mudança.

A relação estabelecida no ambiente pesquisado pode favorecer uma estrutura cognitiva mais rica, assim como para a formação de cidadãos críticos e participativos em uma sociedade. Também pode favorecer o respeito à diferença, ao diálogo, à igualdade de direitos e oportunidades e à convivência pacífica, sem momentos de autoritarismo, na perspectiva do ensino tradicional (comportamentalista). A professora orienta e estimula os alunos permitindo a identificação e a conquista de sua autoridade frente aos alunos.

O reconhecimento das próprias idéias e a sua problematização, a constatação de lacunas nas informações, a percepção da estratégia pessoal para aprender, a consideração da diversidade de interpretações que eles podem fazer, entre outras tantas possibilidades, foram fatores observados durante as aulas.

A reflexão do aluno sobre a própria condição de aprendizagem pode favorecer o acesso progressivo não apenas às construções de conceitos químicos, mas a vários conteúdos científicos, pois a aprendizagem significativa é processual e exige tempo e maturação.

Neste sentido, o ensino por investigação aqui proposto pode ser explorado no ensino de química para propiciar a aprendizagem significativa dos alunos,

ênfatizando que o reconhecimento de que no ensino o “olhar” dirigido para o alunos é tão importante como o domínio de conteúdos, ou seja, é preciso que alunos e professores se envolvam afetivamente no processo.

É uma estratégia que favorece uma aprendizagem significativa crítica, pois seus fundamentos se aproximam aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Desta maneira, concluiu que um ensino de qualidade deve ser iniciado por elementos que o aluno já conhece, para que tenha relevância na sua estrutura cognitiva, que as estratégias utilizadas devam favorecer a autonomia do estudante e que o professor como mediador é importante para serem alcançados bons resultados, pois exige que o aluno tenha maturidade para a intervenção da realidade e para a obtenção de resultados favoráveis nas conquistas diárias.

Espaços que oportunizem a discussão em torno de uma questão problema e que levem a uma aprendizagem significativa devem ser mais trabalhados nos cursos de formação inicial e continuada, para dar escolhas aos futuros professores quando estes estiverem em sala de aula, pois a utilização do ensino por investigação parece ser relevante para o ensino de ciências, devido a condução de uma atividade que promove uma aprendizagem com significados.

As dificuldades que os professores possam encontrar, devido a falta de experiências nas licenciaturas, quando utilizam os referenciais propostos nesta tese, pode ser uma fator que prejudique o interesse deles, pois, uma vez no mercado de trabalho, muitos não têm tempo e nem incentivo para este preparo. Assim, torna-se importante a discussão deste tema com maior profundidade na formação inicial, para que sejam feitos apontamentos da potencialidade e da dificuldade na implementação desta estratégia de ensino em sala de aula.

Os recursos didáticos utilizados foram simples e baratos e não precisaram de laboratórios para serem utilizados, além de serem de fácil manipulação pelos estudantes, sendo viável em qualquer sala de aula, mesmo a partir das séries iniciais, para que os alunos possam desenvolver e se acostumar com uma postura necessária para uma atividade investigativa.

As atividades realizadas também apontam que pode ser oferecido aos alunos maior responsabilidade diante à aprendizagem, pois os alunos se mostraram mais motivados e engajados durante as aulas. O modo como foi conduzida atividade promoveu a confiança dos alunos, permitindo que eles se sentissem mais

autônomos e responsáveis por suas ações e atitudes, percebendo que eles não dependem somente da resposta do professor (ZULIANI, 2000).

Proponho que os professores comecem a implementar o ensino por investigação em suas aulas, pois ao tornar este processo como parte integrante de suas estratégias de ensino, ele tornará possível uma aprendizagem significativa e um aluno crítico. Além disso, novos estudos relacionando o ensino por investigação com a teoria de aprendizagem significativa para contribuir, cada vez mais, com a reflexão do professor sobre a qualidade do ensino de ciências que está sendo proposto nas escolas.

Porém, algumas questões ficam em aberto: como fazer para que esta estratégia de ensino seja mais conhecida pelos professores e futuros professores de química para que estes a implementem em suas aulas, para uma melhora em seu ensino? Como fazer para a pesquisa chegar às salas de aula e mudar efetivamente as práticas dos professores?

Com esta pesquisa percebi que a aproximação entre o ensino por investigação, a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Significativa Crítica é possível. Fazem-se necessários, porém, outros estudos nessa área, os quais trarão ganhos para o desenvolvimento da educação e da ciência.

O professor também deve dar continuidade a seus estudos, participando de cursos de educação continuada, pois existe a necessidade de docentes qualificados e com competências direcionadas à inovação, à criatividade, ao raciocínio, ao trabalho em equipe e à autonomia. Um profissional com escolaridade extensa e consistente e com condições de se integrar à nova sociedade. Para que o professor tenha condições de oferecer ao aluno esse suporte educacional, o próprio docente precisa e necessita ser instrumentalizado, fazendo parte das pesquisas como pesquisador ou como leitor, com o objetivo de facilitar sua vida profissional ensinando-o a utilizar estratégias adequadas de ensino-aprendizagem.

Aponto essas perspectivas importantes para novas pesquisas sobre o ensino por investigação, principalmente quanto a programas de formação e capacitação de professores. Como as pesquisas neste tipo de estratégia também tem ganhado força política sendo citada nos PCN, estudos que analisem seus fundamentos a fim de investigar como a discussão acerca das implicações sociais que nos rondam podem ser contempladas nesta prática de ensino.

8 REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in science education: international perspectives. **Science Education**, v. 88, n.3, p. 397-419, 2004.

ALMEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 403-425, 2010.

AMARAL, I. B. **O educar pela pesquisa e a aprendizagem significativa crítica: uma união a favor do aluno na construção da autonomia e de conhecimentos**. 2010. 172f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

AMARAL, I. B.; LIMA, V. M. R. A aprendizagem significativa e crítica e o educar pela pesquisa: (RE) construindo conhecimentos. In: VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA; 3º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2010. p. 85-98.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Trad. Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BARRA, V.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil - período 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 38, n.3, p. 1970-1983, 1986.

BARROW, L. H. A brief history of inquiry: from Dewey to standards. **Journal of Science Teacher Education**, v.17, n.3, p.265-278, 2006.

BATISTA, I. L.; LUCAS, L. B. Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da Teoria da Evolução de Darwin. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n.2, p. 245-273, 2011.

BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, segunda época, México, v. 11, n.1, Enero de 2000.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CACHAPUZ, A.F; PRAIA, J.F; JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino das Ciências**. Porto: Eduardo & Nogueira, 2000. p. 75.

CAÑAL, P. El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. In: PERALES, F. J. y CAÑAL, P. **Didáctica de las ciencias experimentales**. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Alcoy: Marfil, 2000. p. 209-238.

CAÑAL, P. Esto es ciencia: modelos didácticos de investigación en infantil. In: CONGRESO INTERNACIONAL "EDUCACIÓN INFANTIL Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS". 2008, Madrid. **Anais eletrônicos...** Madrid: AMEI-WAEC. Disponível em http://www.aguamansa.es/centro/COMPETENCIAS/pedro_canal.pdf. Acesso: 09 out. 2011.

CAÑAL, P.; PORLAN, R. Investigando la realidad próxima: un modelo didactico alternativo. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 05, n. 2, p. 89-96, 1987. Disponível em: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v5n2p89.pdf>>. Acesso em: 12 abril 2010.

CAPALDO, C. A. Antropologia e fenomenologia – crise do conceito tradicional de natureza humana. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA EM ENFERMAGEM, 3., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1984. p. 43-57.

CARVALHO, A. de S. **Metodologia da entrevista**: uma abordagem fenomenológica. Rio de Janeiro: Agir, 1987. p. 93.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, v. 55, p. 61-67, 1992.

CARVALHO, R. L.; CORRÊA, R. A. A criação de ambientes favoráveis à Aprendizagem Significativa Crítica nas aulas de matemática em contextos de cursos regulares. In: 5º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2012, Garanhuns. **Anais de Resumos...** Garanhuns, 2012. p. 19.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.

CHAKUR, C. R. S. L.; SILVA, R. C.; MASSABNI, V. G. **O construtivismo no ensino fundamental**: um caso de desconstrução. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/27/qt20/t203.pdf>. Acesso em: 09/05/2012.

COLL, S. C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

_____. **Experiência e educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

DUSCHL, R. **The high school laboratory experience**: reconsidering the role of evidence, explanation and language of science. Paper commissioned by the National Research Council on the Role of the Laboratory in High School Science. Disponível: <http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_comissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf. 2005>. Acesso em: 10/11/2010.

_____. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. **Review of Research in Education**, v. 32, n.1, p.268-291, 2008.

ESPITIA, E. C. **La fenomenologia como alternativa apropiada para estudiar los fenómenos humanos**. Disponível em: <<http://fone.udea.edu.co/revista/mar2000/Fenomenologia.html>>. Acesso em: 12/05/2011.

FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. A produção sobre o ensino de química nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química: uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2100-2110, 2008.

FREITAS, M. T. A. A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.116, julho 2002.

GIL, D. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investidación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 78, n.3, p. 301-315, 1993.

GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A. La participación en el debate educativo como deber ciudadano. Comentarios y sugerencias em torno al documento "Una educación de calidad para todos y entre todos". **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, México, v. 2, n. 2, p. 251-268, 2005.

GIORDAN, M. Experimentação por simulação. In: **Textos LAPEQ**. São Paulo: Fe/USP, 2003.

GRAÇA, M. M.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO, C. Representações sobre a matemática, seu ensino e aprendizagem: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 37-93, 2004.

GRANDY, R.; DUSCHIL, R. Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. **Science & Education**, v. 16, n. 2, Feb. 2005.

HAPKIEWICZ, A. Authentic research within the grasp of high school students. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 76, n. 9, p.1212-1215, 1999.

HEIDEGGER, M. **Ser e tempo**. Tradução de Márcia de Sá Cavalcanti. 3. ed. Parte I. Petrópolis: Vozes, São Paulo. 1989. p. 225.

HODSON, D. Hacia un enfoque más critico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HUSSERL, E. **Ideia da fenomenologia**. Portugal: Edições 70, 2000.

HUSSERL, E. **Meditações cartesianas**: introdução à fenomenologia. 1. ed. São Paulo: Fondo, 2005.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n.1, 2000.

LABURÚ, C.E; CARVALHO, M; BATISTA, I. L. Controvérsias construtivistas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.18, n.2, p. 152-181, ago. 2001.

LABURÚ, C.E; ZOMPERO, A. F. As atividades de investigação no ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Tandil, v. 5, n.2, ago./dic. 2010. Disponível:

<file:///C:/Documents%20and%20Settings/WinXP/Desktop/ensino%20por%20investigacion%20e%20TAS.htm>. Acesso em: 13/03/2012

LEMKE, J. L. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R. E.; VEEL, R. (Ed.). **Reading science: functional perspectives on discourses of science**. London: Routledge, 1998. p. 87-113.

_____. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias**, v.24(1), p.5-12, 2006.

LIMA, V. M. R. A escolha da pesquisa como princípio educativo. **Ciências & Letras**, Porto Alegre, n. 36, p. 151-169, jul./dez. 2004.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

MARTINS, J. et al. A fenomenologia como alternativa metodológica para a pesquisa: algumas considerações. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 24, n.1, p.139-147, 1990.

MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em psicologia: fundamentos e recursos básicos**. 1. ed. São Paulo: Moraes, 2005. p.110.

MILLAR R.; DRIVER, R. Beyond processes. **Studies in Science Education**, Leeds, v. 14, p. 33-62, 1987.

MIZUKAMI, M.G. N. Ensino: as abordagens do processo. Temas básicos da educação e ensino, São Paulo: EPU, 1986. Disponível em: < <http://www.angelfire.com/ak2/jamalves/Abordagem.html> > Acesso em: 10/09/2012.

MORAES, R. Educar pela pesquisa: exercício de aprender a aprender. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p 127-142.

MORAES, R. A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais, com apoio de um software específico. In: 1º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2005, Campo Grande. **Anais e Resumos...** Campo Grande, 2005. p. 121-132.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-23.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 85-108.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2004. p. 152.

MOREIRA, M.A; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa** – a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes Ltda., 1981.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do Método Científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 10, n.2, p. 108-117, 1993.

MOREIRA, M. A., Caballero, M. C. e Rodríguez, M. L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España, 1997. p. 19-44.

MOREIRA, M. A. A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. In: **Teorias da aprendizagem**. Cap. 10. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. p. 151-165.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica (Critical meaningful learning). In: **Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Peniche, 2000. p. 47-65.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/capa.htm>>. Acesso em 12/09/2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo crítico. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, México, n. 6, p. 83-101, 2005.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. (Conferência). In: II ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 2010, Niterói; VI ENCONTRO INTERNACIONAL E III ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2010, São Paulo.

MOREIRA, S. M. Por uma aprendizagem significativa crítica humanizadora: contribuições possíveis de Freire. In: 2º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2008, Canela. **Anais de Resumos...** Canela, 2008. p. 91-101.

MOREIRA, S. M. Um professor subversivo não faz verão. In: VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA; 3º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2010, São Paulo. **Anais de Resumos...** São Paulo, 2010. p. 13-24.

MOREIRA, S. M. Alunos conservadores hoje. Professores subversivos amanhã. Será possível? In: VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA; 3º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2010, São Paulo. **Anais de Resumos...** São Paulo, 2010. p. 343-348.

MUNFORD, D.; CASTRO e LIMA, M. E. C. Ensinar Ciência por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, v. 9, n.1, p. 72-89, 2007.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR Online**, Campinas, n.39, p. 225-249, set. 2010. ISSN: 1676-2584. Lido em: 14/05/2012.

NOVAK, J. D. **Uma teoria da educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D B. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

NOVAK, J. D. Matérias de pesquisa em ensino de física: estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender. (Traduzido por Marco Antonio Moreira). **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 32-36, abr. 1989.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**. Lisboa: Plátano Técnicas, 2000.

OSBORNE, J. A educação científica na sociedade de hoje: dificuldades, questões e dilemas. In: ENCONTRO DE FÍSICA, 2000, Figueira da Foz.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de física na formação de professores de 1ª a 4ª série do 1º grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.7, n.3, p.171-182, dez.1990.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Sobre o ensino do Método Científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.10, n.2, p.108-117, ago.1993.

PAULO, I. J. C. **A aprendizagem significativa crítica de conceitos da mecânica quântica segundo a interpretação de Copenhagen e o problema da diversidade de propostas de inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio**. 2006. N.ºfl. 235. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de Burgos, Espanha, 2006.

PARENTE, A. G. L. **Práticas de investigação no ensino de ciências**: percursos de formação de professores. 2012. Nºfl. 203. Tese (Doutorado em Educação para as Ciências) - Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Bauru, 2012. (No prelo).

PESSOA-PINTO, H. P. **Crítica ao pragmatismo a partir de uma reflexão sobre o papel da ciência no projeto filosófico de John Dewey**. 2004. Nºfl. 203. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PIATTI, C. B.; TEIXEIRA, L. R. M. Aprendizagem significativa: o conceito de seres vivos na concepção de alunos nas séries iniciais. In: 1º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2005, Campo Grande – MS. **Anais de Resumos...** Campo Grande, 2005. p. 133-145.

PIMENTA, Selma G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.). **Professor reflexivo no Brasil**: gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2005. p. 17-52.

PONTES NETO, J. A. S. Sobre a aprendizagem significativa na escola. In: MARTINS, E. J. S. et al. **Diferentes faces da educação**. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001. p. 13-37.

PONTES NETO, J. A. S. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. In: Dossiê do I ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Série Estudos - UCDB**, Campo Grande-MS, n. 21, p. 117-130, 2006.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co., 1969. p. 219.

RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 9-23.

ROCHA, T. C.; SCHNETZLER, R. P. **Tendências da pesquisa sobre ensino de Química em práticas pedagógicas de futuros professores**. Disponível em:

<<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/264.pdf>> Acesso em: 14/11/2011.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de Ciências por investigação: reconstrução histórica. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Atas do XI EPEF...** Curitiba: UTFPR/UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>. Acesso em 25/03/2012.

ROJAS, E. La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en un aula real: sobre el movimiento aparente del sol. In: 5º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2012, Garanhuns. **Anais de Resumos...** Garanhuns, 2012. p. 36.

SÁ, E. F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em Ensino de Ciências. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis. **Anais do VI ENPEC**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação. 2009. Nº fl. 203 Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, n.4, p. 634-656, 2005.

SANTOS, W L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.2, n. 2, 2002.

SEQUEIRA, M.; Freitas, M. Os "mapas de conceitos" e o ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**. ISSN 0871-9187, v.2, n.3, p. 107-116, 1989.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química: sua conceitualização, seu desenvolvimento e sua importância na formação de professores. In: 1º ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2004. p. 1-6.

SILVA, C.; NOGUEIRA, C. M. I.; KATO, L. A. Contribuições da modelagem matemática para o favorecimento da Aprendizagem Significativa Crítica. In: VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA e 3º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2010, São Paulo. **Anais de Resumos...** São Paulo, 2010. p. 25-34.

SILVA, C.; KATO, L. A.; PAULO, I. J. C. A perspectiva sociocrítica da modelagem matemática e a aprendizagem significativa crítica: possíveis aproximações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.17, n. 1, p. 109-123, 2012.

SOUZA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Pseudo-organizadores prévios como elementos facilitadores da aprendizagem em Física. **Revista Brasileira de Física**, São Paulo, v. 11, n. 1, 1981.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.14, n. 1, p. 50-74, 2009.

TAVARES, L. H. W.; ROGADO, J. A história das ciências e os seus fundamentos históricos, epistemológicos e culturais no livro didático de Química: o conceito de substância. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2005, Bauru. **Anais do V ENPEC**, Bauru: ABRAPEC, 2005.

TRÓPIA, G. Um panorama da produção acadêmica sobre a prática de ensinar ciências por atividades de investigação científica no ENPEC. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais do VIII ENPEC**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

TRÓPIA, G. **Relações dos alunos com o aprender no ensino de Biologia por atividades investigativas**. 2009. n.º fl. 202 Dissertação Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

UNESCO. **Como promover el interes por la cultura científica?** Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Santiago, Chile, enero 2005. Disponível em: < <http://www.oei.es/decada/139003S.pdf> >. Acesso em: 14/05/2012.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J.; ALMEIDA, L. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, Campinas, v.7, n.1, jun. 2003.

VENÂNCIO, S.; KATO, L. A. A utilização de mapas conceituais na identificação da Aprendizagem Significativa Crítica em uma atividade de modelagem matemática. In: 2º ENAS - ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2008, Canela. **Anais de Resumos...** Canela, 2008. p. 259-270.

VILCHES, A.; MARQUES, L.; GIL-PEREZ, D.; PRAIA, J. Da necessidade de uma formação científica para uma educação para a cidadania. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA e III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE GEOLOGIA. 2007, Campinas. **Atas do I Simpósio...** Campinas: UNICAMP, 2007. p. 421-426. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/simposioensino/simposioensino2007/artigos/003.pdf>>. Acesso em: 10/10/2010.

VILCHES, A.; SOLBES, J.; GIL-PEREZ, D. ¿Alfabetización científica para todos contra ciência para futuros científicos? **Alambique**: didáctica de las ciencias experimentales, Barcelona, n. 41, p. 89-98, jul./set. 2004.

ZÔMPERO, A. F.; LÁBURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set./dez. 2011.

ZULIANI, S. R. Q. A. **A utilização da metodologia investigativa na aprendizagem de química experimental**. 2000. nº fl. 287. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências) - UNESP, Bauru, 2000.

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de ensino em química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. 2006. nºfl. 288. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

ANEXO A

Aprovação no Comitê de Ética

AREC 1, Parecer do Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUÍZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
16634906- JUÍZ DE FORA - MG - BRASIL

Parecer nº 026/2011

Protocolo CEP-UFJF: 2286.026.2011 **FR:** 403344 **CAAE:** 0019.0.180.000-11

Projeto de Pesquisa: A relação pedagógica no processo investigativo: Interação entre estudantes e professores na construção do conhecimento

Area Temática: Grupo III

Pesquisador Responsável: Fabiana Andrade da Costa Vieira

Pesquisadores Participantes: Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Instituição sediadora: Colégio de Aplicação João XXIII/UFJF

Análise do protocolo:

| Itens Avaliados | Sim | Não | P | NA | | |
|---|--|---|---|----|---|---|
| Justificativa | O estudo proposto apresenta pertinência e valor científico | x | | | | |
| | Objeto de estudo está bem delineado | x | | | | |
| Objetivo(s) | Apresentam clareza e compatibilidade com a proposta | x | | | | |
| | Atende ao(s) objetivo(s) proposto(s) | x | | | | |
| Material e Métodos | Informa | Tipo de estudo | x | | | |
| | | Procedimentos que serão utilizados | x | | | |
| | | Número de participantes | x | | | |
| | | Características da população | x | | | |
| | | Justificativa de participação em grupos vulneráveis | | | | x |
| | | Critérios de inclusão e exclusão | x | | | |
| | | Recrutamento | x | | | |
| | | Riscos ou desconfortos esperados | x | | | |
| | | Coleta de dados | x | | | |
| | | Tipo de análise | x | | | |
| | | Cuidados Éticos | x | | | |
| Revisão da literatura | Assegura o arquivamento do material coletado pelo período mínimo de cinco anos | x | | | | |
| | Explicita como será o descarte do material coletado | | | | x | |
| Resultados | Atualiza e sustentam o(s) objetivo(s) do estudo | x | | | | |
| | Informa os possíveis impactos e benefícios | x | | | | |
| Orçamento | Lista a relação detalhada dos custos da pesquisa | x | | | | |
| | Apresenta o responsável pelo financiamento | x | | | | |
| Cronograma | Agenda as diversas etapas de pesquisa | x | | | | |
| | Informa que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo comitê | x | | | | |
| Referências | Segue uma normatização | x | | | | |
| Instrumento de coleta de dados | Possibilita algum constrangimento para o sujeito | | x | | | |
| | Apresenta pertinência com o(s) objetivo(s) proposto(s) | x | | | | |
| Termo de dispensa do TCLE | Solicita dispensa | | | | x | |
| Termo de assentimento TCLE | Apresenta o termo em caso de participação de menores | x | | | | |
| | TCLE | Está em linguagem adequada, clara para compreensão do sujeito | x | | | |
| Apresenta justificativa e objetivos | | x | | | | |
| Descreve suficientemente os procedimentos | | x | | | | |
| Apresenta campo para a identificação dos sujeitos | | x | | | | |



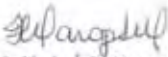
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
16039996- JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

| | | | | | |
|------------------|--|---|--|--|--|
| | Informa que uma das vias do TCLE deverá ser entregue ao sujeito | x | | | |
| | Assegura liberdade do sujeito recusar ou retirar o consentimento sem penalidades | x | | | |
| | Garante sigilo e anonimato | x | | | |
| | Explícita | | | | |
| | Riscos e desconfortos esperados | x | | | |
| | Benefícios esperados | x | | | |
| | Ressarcimento de despesas | x | | | |
| | Indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa | x | | | |
| | Forma de contato com o pesquisador | x | | | |
| | Forma de contato com o CEP | x | | | |
| Pesquisador (es) | Apresentam titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa | x | | | |
| | Apresenta comprovante do Currículo Lattes do pesquisador principal e dos demais participantes. | x | | | |
| | Carta de Encaminhamento à Coordenação do CEP | x | | | |
| | Folha de Rosto preenchida | x | | | |
| | Projeto de pesquisa, redigido conforme Modelo de Apresentação de Projeto de Pesquisa padronizado pela Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) | x | | | |
| Documentos | Resumo do projeto | x | | | |
| | Declaração de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa, assinada pelo responsável pelo setor/serviço onde será realizada a pesquisa | x | | | |
| | Um CD-ROM gravado contendo: Projeto de pesquisa, Resumo do projeto e TCLE. | x | | | |

P= parcialmente NA=Não se aplica

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto, devendo o pesquisador entregar o relatório no final da pesquisa.

Situação: Projeto Aprovado
Juiz de Fora, 16 de junho de 2011


Profa. Drª Iêda Maria Ávila Vargas Dias
Coordenadora – CEP/UFJF

| |
|--------------------|
| RECEBI |
| DATA: ___/___/2011 |
| ASS: _____ |

ANEXO B

Transcrição das aulas do Módulo Ensino por Investigação

Primeira Aula

| | | |
|----|---------------|---|
| 1 | Professora | Bom dia, meninos. |
| 2 | Alunos | Bom dia. |
| 3 | Professora | Gostaria de um pouco de silêncio, por favor. Vocês podem diminuir essa bagunça? Bom, para começar, o Módulo que vou dar pra vocês é um jeito diferente de dar aulas de química, ok? |
| 4 | Ruth Benerito | Esse módulo é como a gente desvenda um mistério... um assassinato, véio. Por isso chama investigação. |
| 5 | Faraday | É isso professora? Maneiro! Aqueles bagulhinho que os caras jogam para ver se acham alguma coisa no local do crime? |
| 6 | Professora | Não. Vocês estão enganados. Esse módulo é parte da minha pesquisa de doutorado, pois nela eu quero ver a aprendizagem dos alunos, se vocês aprendem química de verdade quando é aplicada essa abordagem em uma aula de química. |
| 7 | Bohr | Somos cobaias? Nunca ouvi falar disso nessa escola. Aqui as aulas sempre foram com os professores falando, falando... mesmo quando vamos pro laboratório, ficamos ouvindo, ouvindo... |
| 8 | Professora | Claro que não. Já está provado que essa estratégia de ensino é ótima para fazer vocês aprenderem os conceitos científicos, mas quero ver como é a interação entre nós na construção desse conceito e se vocês aprendem ou só memorizam. Tudo bem? |
| 9 | Alunos | Tá. |
| 10 | Professora | Para que eu possa captar tudo o que ocorre na sala, principalmente as discussões que vão ocorrer, eu vou gravar essas aulas e também vou anotar tudo o que estiver acontecendo aqui na sala, tudo bem? |
| 11 | Alunos | Tudo bem. |
| 12 | Professora | Também vou pedir para vocês levarem essa folha para casa, onde está um termo de consentimento para eu poder desenvolver minha pesquisa com vocês. Preciso que o pai ou responsável assine para mim. Vou distribuir e recolho na |

| | | |
|----|----------------------|---|
| | | próxima aula. Tá tudo explicado nessa folha. |
| 13 | Professora | Então, vou colocar uma questão no quadro para vocês e quero que vocês tentem respondê-la dando bons argumentos para justificar as hipóteses de vocês... aí, no decorrer das aulas, vamos caminhando com a questão. |
| 14 | Branca Edmée Marques | Qual é a questão? |
| 15 | Ruth Benerito | Ela vai escrever no quadro... |
| 16 | Professora | Ok, ok, ok. Agora chega. Silêncio. Hoje a minha questão para vocês é: um cubo de gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum ... de torneira? Eu quero que vocês discutam entre vocês, levantando todas as hipóteses. Vou pedir também para que, além de vocês discutirem, cada um de vocês escreva a opinião no papel....então, cada um coloque o nome no papel...tá... escrevam a pergunta. vou distribuir um papel para cada aluno essa semana...tá...coloquem os nomes e cada um vai entregar seu papel. (Ruídos na sala...conversas baixas...). Vou pedir para vocês falarem alto para eu poder gravar. |
| 17 | | Longo silêncio |
| 18 | Professora | Vamos lá, quem se arrisca a dar um palpite? |
| 19 | Ruth Benerito | Palpite não, temos que levantar hipóteses... |
| 20 | Dalton | Qual relação, água salgada e gelo? |
| 21 | Linus Pauling | É mais denso ou menos denso? |
| 22 | Gay-Lussac | Derrete no que tem maior temperatura... |
| 23 | Linus Pauling | Na praia, põe sal na água com gelo... |
| 24 | Gay-Lussac | Então... sal conserva o gelo. O gelo irá derreter mais rápido na água de torneira |
| 25 | Linus Pauling | O gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico. |
| 26 | Lavoisier | Creio que o sal ajuda o gelo a derreter mais rápido, pois ... ao |

| | | |
|----|----------------------|---|
| | | misturar o sal na água, o sal iria dissolver na água... |
| 27 | Mendeleev | Na água com sal. |
| 28 | Arrhenius | Eu acho que é na água com sal, porque o sal é mais corrosivo. |
| 29 | Marie Curie | Também acho que o gelo derreterá mais rápido na água com sal, pois o sal ajudaria a derreter o gelo com mais facilidade... |
| 30 | Ruth Benerito | Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido. |
| 31 | Faraday | Eu concordo pois acho que o gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico. |
| 32 | Gay-Lussac | Também acho...o sal ajuda a conservar a temperatura... |
| 33 | Professora | Será que o sal ajuda a conservar a temperatura ou ... |
| 34 | Branca Edmée Marques | Eu acho que derrete primeiro na água comum pois tem menor densidade... e também o sal pode ajudar a manter o gelo por mais tempo. |
| 35 | Bohr | Isso mesmo...a água salgada é mais densa, podendo interferir... |
| 36 | Professora | Mas a densidade não depende da massa e do volume de uma substância? |
| 37 | Cannizzaro | Mas a temperatura não interfere na densidade? |
| 38 | Professora | Sim, pois as mudanças de estado físico provocam mudanças na densidade de uma substância... |
| 39 | Cannizzaro | Então, a água líquida tem densidade maior do que do gelo, não tem? |
| 40 | Professora | Tem, mas essa diferença faz o quê? |
| 41 | Ruth Benerito | O gelo vai flutuar |
| 42 | Professora | Muito bem Ruth Benerito |
| 43 | Cannizzaro | Então, não tem nada a ver a densidade com qual derrete mais rápido? |
| 44 | Professora | O que vocês acham? |
| 45 | Bohr | Acho que não...tem a ver só com o sal que tá na água. |

| | | |
|----|----------------------|---|
| 46 | Professora | Achei muito interessante o que o Linus Pauling falou em relação a praia... |
| 47 | Branca Edmée Marques | O que ele falou? |
| 48 | Professora | Você pode repetir e dar continuidade ao seu pensamento inicial? |
| 49 | Linus Pauling | Só lembrei da praia. Quando a gente vai pra praia nas férias. Com a família. Aqueles homens que vendem cerveja, refrigerante, água ...colocam sal no gelo... |
| 50 | Professora | E para que fazem isso? |
| 51 | | Muito barulho... |
| 52 | Professora | Silêncio, por favor... para que os vendedores de cerveja na praia colocam sal no gelo? |
| 53 | Marie Curie | Para ficar geladinha... |
| 54 | Bohr | Muito legal a gente poder falar assim, sem medo de errar. |
| 55 | Professora | Muito bem Marie Curie...então ...o sal é para? |
| 56 | Marie Curie | Conservar a temperatura do gelo e não deixar derreter... |
| 57 | Ruth Benerito | Então o gelo derrete mais devagar na água com sal... |
| 58 | Dalton | É na água salgada por causa da concentração de sal. Quando pega um cubo de gelo e coloca o palito de dente em cima e joga sal por cima, o gelo derrete e congela rapidamente e gruda no palito. |
| 59 | Branca Edmée Marques | Como é que é? Nunca ouvi falar nisso? |
| 60 | Bohr | Ele é nosso futuro cientista (risos). |
| 61 | Dalton | É... cê nunca fez isso? Pega o gelo e um palito de dente. Coloca o palito no gelo e em cima dele, cê joga sal. O palito fica grudado no gelo igual picolé (risos) |
| 62 | Bohr | Dá certo? |
| 63 | Dalton | Poxa, eu sempre faço isso na minha casa... quando eu era pequeno.... |

| | | |
|----|----------------------|---|
| 64 | Ruth Benerito | E se fosse na água comum porque semelhante dissolve semelhante? |
| 65 | Marie Curie | Mas o sal deve ter alguma função nisso aí. |
| 66 | Cannizzaro | Mas o sal tem algum papel quando dissolvido na água? |
| 67 | Gay-Lussac | Forma uma solução. Deve liberar aqueles negocinhos... |
| 68 | Marie Curie | Fica quieto garoto... (risos)... negocinhos! (risos) |
| 69 | Professora | O que você chama de negocinhos, Gay-Lussac? |
| 70 | Gay-Lussac | Sei lá, minha mãe também é professora de química e ela fala disso lá em casa. Quando a gente coloca alguma coisa em solução e ela se separa. Não acontece isso com o sal? Eu vi ela falando isso quando tava colocando sal na água do macarrão. |
| 71 | Marie Curie | Agora já estamos falando de culinária! (risos). Ai, ai, ai... |
| 72 | Cannizzaro | Professora, ele quer dizer os íons... |
| 73 | Gay-Lussac | Valeu veio. É isso mesmo. |
| 74 | Professora | Ah sim! Agora entendi. Para vocês o sal se dissolve na água liberando íons, é isso que vocês estão falando? |
| 75 | Gay-Lussac | Isso mesmo. |
| 76 | Professora | Então, já que para vocês o sal libera íons quando dissolvido em água, o gelo irá derreter mais devagar ou mais depressa nesse meio? |
| 77 | Cannizzaro | Essa dissociação faz a água ficar mais gelada e demorar mais para derreter o gelo. |
| 78 | Branca Edmée Marques | Então porque eles jogam sal nas ruas dos países que nevam? Se fosse isso, o sal não deixaria o gelo derreter e ficaria o gelo atrapalhando... acho que não acontece isso não. É na água de torneira que o gelo derrete mais rápido. |
| 79 | Ruth Benerito | Mas tem que ter uma explicação! |
| 80 | Branca Edmée Marques | Se o sal conservasse mais o gelo na água, eles não jogariam sal na neve para descongelar, né? |
| 81 | Ruth Benerito | Sei, mas... |

| | | |
|----|----------------------|---|
| 82 | Branca Edmée Marques | Então, o gelo derrete mais rápido na água com sal. Aí explica eles jogarem sal na neve, para derreter mais rápido. |
| 83 | Ruth Benerito | É, acho que se tem razão... mas e o sal no gelo da praia? |
| 84 | Mendeleev | Lá em casa, quando meu pai quer gelar a latinha da cerveja rápido quando alguém leva quente, ele coloca sal na água com gelo e fica gelada rapidinho. |
| 85 | Bohr | Inaldivel.muitos risos |
| 86 | Mendeleev | É sim, o sal faz o gelo ficar mais gelado. |
| 87 | Lavoisier | Mas o gelo já é muito gelado, cara. Não fica mais gelado. |
| 88 | Mendeleev | Sei lá, acho que o gelo demora para derreter mais na água com sal, por isso a latinha da cerveja fica gelada rápido. Se derretesse rápido, não daria tempo de gelar a cerveja. |
| 89 | Professora | Então, é isso mesmo que eu quero de vocês. Que vocês pensem em uma solução para essa pergunta. Para isso, voltemos a pergunta inicial...o que podemos fazer, então, para comprovarmos em qual água o gelo derrete mais rápido? Fiquem com esses pensamentos que na próxima aula quero que vocês me proponham experiências simples, que possam ser feitas aqui na sala mesmo, para podermos comprovar se o gelo derrete mais rápido na água salgada ou na de torneira... |
| 90 | Lavoisier | Vamos para o laboratório? |
| 91 | Professora | Não, vamos fazer aqui em sala mesmo. Quero que me proponham experimentos simples. |
| 92 | Marie Curie | Para quê? |
| 93 | Professora | Vamos tentar determinar um experimento que possamos ver onde o gelo derrete mais rápido. |
| 94 | Bohr | Podemos pensar em qualquer coisa? |
| 95 | Professora | Claro, mas nada de coisas mirabolantes. Experimentos sérios e que nos de a resposta que queremos, ainda que não a justifiquem. |
| 96 | Professora | Bom, por hoje é só, meninos.espero por vocês na quinta que vem. Obrigada. |
| 97 | Alunos | Valeu, professora! |

Segunda Aula

| | | |
|-----|---------------|---|
| 98 | Professora | Silêncio. Gente, silêncio, por favor, vamos retomar a discussão da última aula... o que fizemos na última aula? |
| 99 | Ruth Benerito | Ficamos discutindo sobre o gelo. |
| 100 | Lavoisier | É. Aquele negócio do gelo da praia, da neve. Um montão de coisa véio. Nem lembro direito mais. |
| 101 | Professora | Então vamos lembrar o que ocorreu na nossa última aula. Alguém se habilita? |
| 102 | Cannizzaro | A professora colocou uma pergunta no quadro... |
| 103 | Bohr | Como era mesmo a pergunta? |
| 104 | Cannizzaro | Em qual sistema o gelo derrete mais rápido, na água com sal ou na água de torneira? Né isso mesmo, professora? |
| 105 | Professora | Silencio, meninos. Vamos acalmar e começar a aula direito. Alguns alunos já estão falando e vocês nem estão ouvindo. É isso mesmo, Cannizzaro. Foi essa minha questão. E o que ficamos de fazer hoje? |
| 106 | Ruth Benerito | Temos que falar como iremos saber em qual deles o gelo derrete mais rápido. |
| 107 | Professora | Muito bom. E pensaram nisso? |
| 108 | Ruth Benerito | Sim. |
| 109 | Cannizzaro | Eu também. |
| 110 | Professora | Então, me proponham os experimentos que poderemos fazer em nossa sala. |
| 111 | Linus Pauling | Primeira coisa é pegar dois recipientes do mesmo tamanho e volume...um recipiente com água e sal e outro com água comum. |
| 112 | Dalton | Nossa, vai demorar muito essa experiência... |
| 113 | Marie Curie | Dois potes iguais, como chama mesmo? Becker? Pegamos dois desses com a mesma quantidade de água, com a mesma temperatura, porém um com sal e outro sem. |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| 114 | Bohr | Ai, ai, não precisa ser um becker... pode ser um copo comum de vidro. Desses de requeijão. A professora falou que tem que ser simples. A gente não pode complicar... |
| 115 | Dalton | Isso, devemos colocar em dois copos a mesma quantidade de água, e cubos de gelo, sendo um deles com sal para ver qual derrete mais rápido. |
| 116 | Branca Edmée Marques | Tudo que for feito em um tem que ser feito no outro, menos o sal |
| 117 | Bohr | Os gelos têm que ser do mesmo tamanho e teremos que cronometrar... |
| 118 | Professora | Como eu vou fazer para esses gelos terem o mesmo volume? |
| 119 | Jacqueline Barton | Pega uma coisa para medir a água certinho. |
| 120 | Professora | Uma proveta |
| 121 | Jacqueline Barton | Isso. E coloca dentro para saber a medida certa da água. |
| 122 | Professora | Olha só, ela falou assim, que eu devo pegar uma proveta. Prestem atenção aqui. Linus Pauling, silêncio. Eu devo pegar uma proveta, colocar nessa proveta a mesma quantidade de água, então, por exemplo, vou pegar 20mL em cada uma e vou congelar essa água. Mas quando a gente coloca essa água em um recipiente, quando formos desenformar o gelo, a gente perde volume, não perde? |
| 123 | Cannizzaro | Perde sim. |
| 124 | Ruth Benerito | Ah, que pena! |
| 125 | Cannizzaro | Então, se perde volume de gelo... |
| 126 | Branca Edmée Marques | Se não temos a mesma quantidade de gelo... |
| 127 | Cannizzaro | Claro que o que vai derreter primeiro vai ser o menor. |
| 128 | Marie Curie | Daí a gente não vai saber se o gelo derreteu por causa do sal ou se por causa do tamanho dele. Xiii... |
| 129 | Lavoisier | Mas a gente pode congelar essa água naqueles recipientes de silicone. Acho que é fácil de tirar o gelo dali. |

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 130 | Bohr | Legal, é o nosso gênio!!! Tá vendo professora? Ele é o tal... (risos) |
| 131 | Marie Curie | Mas não temos formas de silicone. Alguém tem em casa? |
| 132 | Professora | Infelizmente eu também não tenho. |
| 133 | Lavoisier | A senhora poderia comprar... tem dinheiro mesmo. |
| 134 | Professora | Engraçadinho. Silêncio. Mas acho que temos uma maneira de resolver esse problema sem termos que comprar nada. Só com coisas que temos no colégio. |
| 135 | Marie Curie | O que professora? |
| 136 | Professora | Então, qual seria um recipiente que pudéssemos congelar essa água e que não perdéssemos volume? |
| 137 | Linus Pauling | Poderíamos congelar a quantidade de água no próprio recipiente que vamos colocar os líquidos. |
| 138 | Professora | Olha o que o Linus Pauling falou, que deveríamos congelar a água nos recipientes e jogarmos a água com sal e sem sal em cima deles. O que acham? |
| 139 | Branca Edmée Marques | Acho que daria certo. Pode ser uma solução. |
| 140 | Cannizzaro | E se colocarmos em um recipiente que pudéssemos rasgar... |
| 141 | Jacqueline Barton | Aqueles copinhos de café... |
| 142 | Professora | Ah!!! Aqueles copinhos...pode ser uma boa ideia, hein! Meninos, hoje vocês estão falando muito. Vamos prestar atenção aqui na discussão. |
| 143 | Jacqueline Barton | Então é isso, vamos colocar a mesma quantidade de água naqueles copinhos de café e congelar eles. |
| 144 | Faraday | Isso... |
| 145 | Mendeleev | Muito bem Jacqueline Barton, ótima idéia. |
| 146 | Ruth Benerito | Logo depois de colocarmos a água nos recipientes, temos que colocar as pedras de gelo ao mesmo tempo. |
| 147 | Linus Pauling | Será que isso vai dar certo? Tem que ser tudo tão certinho. Qualquer coisa altera... assim fica difícil... |
| 148 | Ruth | Tem que ser certinho, Luis, para que não tenhamos dúvidas |

| | | |
|-----|-------------------|--|
| | Benerito | no final da experiência. Já pensou? Depois de todo o trabalho? |
| 149 | Cannizzaro | Fica tranquilo, vai dar tudo certo. É só a gente fazer tudo com paciência que não vai dar errado. |
| 150 | Linus Pauling | Se der, eu mato vocês. Apesar dessa aula ser muito melhor que as aulas de química que a gente tem aqui no colégio... ficar derretendo gelinho, ninguém merece... |
| 151 | Professora | Tudo bem, mas vamos continuar com nossas propostas. |
| 152 | Gay-Lussac | E como iremos ver qual gelo derrete mais rápido? O gelo tem a mesma cor da água. Pode ser muito rápido e a gente nem perceber. |
| 153 | Professora | Podemos congelar água colorida. O que acham? |
| 154 | Gay-Lussac | Mas não vai interferir na experiência? |
| 155 | Professora | Porque? |
| 156 | Gay-Lussac | Quando congelar a água com o corante ele vai interferir no descongelamento? |
| 157 | Cannizzaro | Se o sal interfere nisso, o corante também vai interferir... |
| 158 | Jacqueline Barton | Mas os dois vão estar com corantes... |
| 159 | Marie Curie | Lembra que tudo o que a gente faz em um tem que fazer no outro? |
| 160 | Ruth Benerito | Mas vamos jogar tinta? |
| 161 | Professora | Alguém tem alguma sugestão para fazermos gelo colorido? Algum corante de comida, por exemplo? |
| 162 | Dalton | Colorau... minha avó é de São Gabriel da Palha... |
| 163 | Bohr | Onde fica isso? |
| 164 | Dalton | Lá no Espírito Santo. |
| 165 | Bohr | Sua família é de lá? |
| 166 | Professora | Dalton, volte a falar da sua sugestão do colorau. |
| 167 | Dalton | Lá eles usam muito colorau na comida, para dar cor. Usam no frango, na canja... acho que tudo lá tem colorau. Pode servir para colorir o gelo, né? |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| 168 | Marie Curie | Minha avó faz glacê e coloca anilina para ficar rosa. |
| 169 | Jacqueline Barton | E aqueles corantes da química? |
| 170 | Dalton | Que corante? |
| 171 | Jacqueline Barton | Acho que chama fenolftaleína... e tem outros também. Lembra? |
| 172 | Dalton | Acho que sei. |
| 173 | Cannizzaro | Acho que esses corantes químicos dependem de um certo pH das coisas para ficarem coloridos. Acho melhor a anilina. Dá professora? |
| 174 | Professora | O que? A anilina para colorirmos o gelo? |
| 175 | Cannizzaro | É |
| 176 | Professora | Sim. Dalton, achei ótima a sua sugestão, mas não sei se dá certo com o gelo. Prefiro a anilina que tenho mais costume e já sei que dá certo. Então, vocês me disseram que temos que pegar dois beakers, colocar o mesmo volume de água. Em um deles adicionar o sal. Temos, também, que congelar a água com corante e esses cubos têm que ter o mesmo volume. O procedimento deve ser feito a mesma temperatura e os gelos devem ser colocados ao mesmo tempo. Feito isso, é só observar? |
| 177 | Todos | Sim |
| 178 | Professora | Então, nesses últimos minutos, eu quero que vocês escrevam como serão realizados os experimentos e na próxima aula vamos executar os procedimentos. |
| 179 | Ruth Benerito | O que é para fazer agora? |
| 180 | Professora | Pessoal, mais silencio. Tem gente que não está ouvindo o que eu estou dizendo. |
| 181 | Bohr | Libera a gente agora? |
| 182 | Professora | Só depois que todos me entregarem o que eu pedi. |
| 183 | Ruth Benerito | Professora, o que é para eu escrever nesse papel? |
| 184 | Professora | Todos os passos que vamos fazer na semana que vem. |

| | | |
|-----|------------------|---|
| 185 | Ruth Benerito | Para vermos onde o gelo derrete mais rápido? |
| 186 | Professora | Isso mesmo |
| 187 | Ruth Benerito | Passo a passo? |
| 188 | Professora | É. Bem explicadinho, para não ter erro na próxima aula. |
| 189 | Faraday | Vai ser aqui ou no laboratório? |
| 190 | Professora | Aqui mesmo. |
| 191 | Faraday | Ah! Queria ir pro laboratório. |
| 192 | Professora | Mas a aula será aqui mesmo. |
| 193 | Marie Curie | E as coisas que vamos precisar? |
| 194 | Professora | Podem ficar tranqüilos que trarei tudinho. Tudo certo? Agora me entreguem, por favor. |
| 195 | Lavoisier | Quem entregar pode sair? |
| 196 | Professora | Pode sim. Muito obrigada e até semana que vem. |
| 197 | Alunos | Até professora. |

Terceira Aula

| | | |
|-----|------------|--|
| 198 | Professora | Eu vou pedir para vocês fazerem um pouco mais de silêncio, terem um pouco mais de cuidado com a aula de hoje. Vou gravar a aula novamente. Então, hoje, a gente vai fazer o quê? A gente vai executar todas àquelas propostas que vocês fizeram para chegarmos a uma resposta para a nossa questão problema, não é isso? Qual foi a pergunta inicial da primeira aula? |
| 199 | Bohr | Se o gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum? |
| 200 | Professora | Isso mesmo. Aí vocês me propuseram um experimento, não é? Parem com a bobeira. Gostaria de silencio na aula. Por favor... meninos... fiquem quietos. Bom, continuando... temos cubos de gelos coloridos e com os mesmos volumes, cuidadosamente preparados. Coloquei o sal, temos a balança |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| | | ... |
| 201 | Jacqueline Barton | Balança é para pesar uma quantidade de sal? |
| 202 | Professora | Sim, Jacqueline Barton. A proveta, para colocarmos o quê? |
| 203 | Jacqueline Barton | A quantidade certa de água nos beakers. |
| 204 | Professora | Os grupos tem dois beakers, um para colocar água com sal e outro para colocar?... |
| 205 | Bohr | Água comum. |
| 206 | Professora | Podemos começar. |
| 207 | Cannizzaro | Quanto de água eu coloco? |
| 208 | Bohr | Pode ser 200mL ? |
| 209 | Ruth Benerito | Oba, eu vou fazer uma experiência. |
| 210 | Professora | Meninos, podem colocar 150mL que é o suficiente. Opa! A quantidade de sal tem que ser?... |
| 211 | Jacqueline Barton | Pesada. |
| 212 | Professora | Anotem tudo o que estão vendo e tudo o que estão fazendo. |
| 213 | Cannizzaro | Quantos gramas de sal peso? |
| 214 | Jacqueline Barton | Dois gramas? |
| 215 | Professora | Acho que pode ser essa quantidade. |
| 216 | Marie Curie | Como eu peso nesse troço? |
| 217 | Cannizzaro | É só colocar o papel e jogar o sal em cima. |
| 218 | Professora | Mas tem que tarar o papel... |
| 219 | Cannizzaro | Pra quê tarar o papel? |
| 220 | Professora | Para desconsiderarmos o peso do papel. |
| 221 | Cannizzaro | Ah, tá! |
| 222 | Marie Curie | Putz, olha quanto sal eu coloquei. Como tiro agora? |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| 223 | Bohr | Joga fora e começa de novo. |
| 224 | Marie Curie | Sacanagem. Não to conseguindo ter firmeza para pesar. É mais difícil que eu pensava... |
| 225 | Professora | Com calma você consegue. |
| 226 | Marie Curie | Agora deu. Tá certo? |
| 227 | Jacqueline Barton | Pede para professora uma paletinha para podermos misturar o sal. |
| 228 | Faraday | Professora me dá um palito para misturar esse sal? |
| 229 | Professora | Olha nessa caixa que eu trouxe as coisas do laboratório que tem aí dentro. |
| 230 | Jacqueline Barton | Achou, Faraday? |
| 231 | Faraday | Sim. |
| 232 | Ruth Benerito | Deixa eu misturar? |
| 233 | Professora | Coloquem identificação no Becker para saberem qual tem sal e qual não tem. |
| 234 | Cannizzaro | Mistura devagar, senão vai entornar tudo. |
| 235 | Lavoisier | Pega lá a água da torneira. |
| 236 | Ruth Benerito | Já pegamos. |
| 237 | Lavoisier | Esse povo tá muito bom. Assim não preciso fazer nada. |
| 238 | Ruth Benerito | Até parece que quer fazer alguma coisa... |
| 239 | Cannizzaro | Podemos colocar o gelo agora? |
| 240 | Ruth Benerito | Acho que sim. Tá tudo arrumadinho |
| 241 | Branca Edmée Marques | Precisa marcar o tempo? |
| 242 | Bohr | Sei lá. Marca aí. Mal não vai fazer. |
| 243 | Dalton | Deixa eu pegar meu celular que tem cronômetro. |

| | | |
|-----|----------------------------|---|
| 244 | Ruth Benerito | Pega lá, então. Vê se faz alguma coisa. |
| 245 | Cannizzaro | Zera logo esse cronômetro. |
| 246 | Marie Curie | Já prepararam o gelo? |
| 247 | Branca Edmée Marques | Estão aqui. Podemos tirar? |
| 248 | Ruth Benerito | Na hora que eu colocar o gelo, você começa a contar, tá? |
| 249 | Dalton | Pode deixar. |
| 250 | Ruth Benerito | Agora |
| 251 | Dalton | É isso aí, garota. |
| 252 | | Após uns 15 minutos de observação, muita conversa em sala, muita especulação sobre o que estava acontecendo, porém com sons inaudíveis... |
| 253 | Professora | Silêncio |
| 254 | Ruth Benerito | Olha, o gelo derrete mais rápido na água sem sal...já até aumentou a água no becker... |
| 255 | Professora | Não fiquem agitando o Becker |
| 256 | Lavoisier | Professora, o gelo demora muito para derreter. Pode ser pelo clima frio de hoje? |
| 257 | Bohr | Qual derrete mais rápido? |
| 258 | Professora | Pode sim, Lavoisier |
| 259 | Mendeleev | Podemos observar que o gelo na água doce não mantém a mesma forma e derrete mais rápido e na água salgada o gelo mantém a sua forma |
| 260 | Ruth Benerito | Mantém não, olha só, ta todo deformado... |
| 261 | Cannizzaro | É o novo Einstein... |
| 262 | Linus Pauling | Derrete mais rápido na água doce, mesmo. |
| 263 | Marie Curie | Professora, o que estava na água doce já derreteu. |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| 264 | Faraday | Escreve aí, podemos notar que a quantidade de água aumentou excessivamente na água comum. |
| 265 | Gay-Lussac | É meio obvio, né? |
| 266 | Faraday | Mas aumenta, “véio”, tem que escrever tudo. |
| 267 | Ruth Benerito | Qual é o corante? |
| 268 | Professora | Anilina, que cora glacê de bolo, sabe? |
| 269 | Jacqueline Barton | Coloca o nome? |
| 270 | Professora | Escreva o nome nas anotações. |
| 271 | Cannizzaro | Por isso que as geleiras dos pólos não derretem, porque tem sal... |
| 272 | Professora | O que podemos concluir com esses experimentos? |
| 273 | Bohr | Que o gelo derrete mais rápido na água comum. |
| 274 | Jacqueline Barton | Porque? |
| 275 | Bohr | Porque ele mantém a temperatura do gelo. |
| 276 | Professora | Ele mantém a temperatura ou ele abaixa? |
| 277 | Marie Curie | E se colocarmos a mesma quantidade de sal e de açúcar em dois beakers diferentes? No Becker com açúcar também vai derreter mais rápido que com sal? |
| 278 | Professora | Boa pergunta, Marie Curie, podemos continuar nossos experimentos na próxima aula para averiguar. O que vocês acham? |
| 279 | Cannizzaro | Acho que não precisa, porque na água com sal derrete mais lentamente por causa do sal... |
| 280 | Jacqueline Barton | Pode ser por serem substâncias sólidas. |
| 281 | Professora | Ótimos comentários meninos. |
| 282 | Cannizzaro | Mas a sua pergunta só queria saber no sal, e não no açúcar. |
| 283 | Jacqueline Barton | Mas derreteu porque colocamos um sólido na água, ou porque foi o sal? |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| 284 | Cannizzaro | Mas vamos fugir da questão da professora... |
| 285 | Jacqueline Barton | Mas quando os cientistas estão trabalhando, pesquisando, é assim que as coisas andam... |
| 286 | Cannizzaro | Então, na próxima aula vamos ver o que? |
| 287 | Jacqueline Barton | Se o que fez o gelo derreter mais devagar foi o sal ou o fato dele ser sólido. |
| 288 | Bohr | É cara. Aí, quando tiver que colocar sal no gelo para gelar a cerveja, qualquer areia vai servir e não vai precisar gastar dinheiro, veio... maneiro... |
| 289 | Professora | Então, o que vocês me sugerem para a próxima aula? |
| 290 | Jacqueline Barton | Vamos fazer dois becker, tudo igual o de hoje, mas em um vamos colocar sal e no outro açúcar. |
| 291 | Professora | Muito bom. A mesma quantidade de sal e de açúcar, né? |
| 292 | Professora | Proponho continuarmos na próxima aula, o que acham? E pensem no que ocorrerá se colocarmos açúcar em um becker e no outro colocarmos sal, como disse a Marie Curie e a Jacqueline Barton. |
| 293 | Alguns | Legal. Pode sair? |
| 294 | Professora | Até a próxima aula, aqui, para continuarmos o procedimento. |

Quarta Aula

| | | |
|-----|---------------|--|
| 295 | Professora | Bom dia, meninos. O que faremos hoje? |
| 296 | Marie Curie | Vamos fazer a experiência do gelo de novo? |
| 297 | Professora | Sim |
| 298 | Bohr | Mas já vimos que o gelo derrete mais rápido na água comum. |
| 299 | Professora | Sim, mas a Marie Curie perguntou se na água com açúcar aconteceria a mesma coisa e, depois de discutido, eu propus para fazermos a experiência novamente dessa maneira. Vamos começar? Já está tudo preparado aqui na mesa para vocês fazerem. |
| 300 | Faraday | Vamos fazer tudo igual? |
| 301 | Professora | Sim. Podem começar. |
| 302 | Gay-Lussac | Vamos medir a mesma quantidade de sal e de açúcar? |
| 303 | Professora | Sim |
| 304 | Ruth Benerito | Podemos fazer um becker sem sal e sem açúcar? |
| 305 | Professora | Ótimo. |
| 306 | Ruth Benerito | Pega três beckers, então. |
| 307 | Marie Curie | Cadê o gelo? |
| 308 | Ruth Benerito | Tá ali, dentro daquele isopor. Pega lá. |
| 309 | Mendeleev | Espera as águas ficarem paradas para colocar o gelo. |

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 310 | Ruth Benerito | Tá. |
| 311 | Dalton | Vamos cronometrar de novo? |
| 312 | Ruth Benerito | Tudo de novo. Igual semana passada. |
| 313 | Dalton | Deixa eu pegar. |
| 314 | Ruth Benerito | Tá tudo pronto? |
| 315 | Gay-Lussac | Quem vai colocar o gelo hoje. |
| 316 | Bohr | Eu. |
| 317 | Gay-Lussac | Escreve aí no becker sal, açúcar e nada. |
| 318 | Ruth Benerito | Isso mesmo. Identifica tudo porque depois já era. |
| 319 | Marie Curie | Posso pegar um gelo de cada cor? |
| 320 | Gay-Lussac | Claro que não. |
| 321 | Marie Curie | Porque não? |
| 322 | Gay-Lussac | Ah, sei lá. Pega tudo igual pra não ter problema véio. |
| 323 | Marie Curie | Posso levar o gelo? |
| 324 | Bohr | Traz aí. |
| 325 | Dalton | Posso começar? |
| 326 | Ruth Benerito | Quando o Bohr falar que já. |
| 327 | Dalton | Pode? |
| 328 | Bohr | Pera aí... pode. Vai. |
| 329 | Branca Edmée Marques | Tá acontecendo alguma coisa diferente? |
| 330 | Linus Pauling | Ainda não dá para ver. |
| 331 | Dalton | Vai demorar muito? |
| 332 | Linus Pauling | O tempo hoje tá mais quente, deve ser mais rápido. |
| 333 | Dalton | Qual é esse corante mesmo professora? |
| 334 | Professora | Anilina |
| 335 | Dalton | Mas ele não interfere no derretimento? |
| 336 | Professora | Todos os gelos estão com a mesma quantidade de anilina. |
| 337 | Jacqueline Barton | Professora, porque a vodka não congela no congelador? |
| 338 | Professora | O que vocês acham? |
| 339 | Bohr | Congela sim, cerveja congela. E é tudo álcool. |
| 340 | Professora | Pensem no teor de álcool que cada bebida tem. |
| 341 | Cannizzaro | É cara, a vodka é muito mais forte que a cerveja. |
| 342 | Marie Curie | Será que tem a ver com a temperatura de congelamento do álcool? |
| 343 | Professora | Vou dar um texto para vocês lerem em casa e vocês podem me responder na próxima aula. |
| 344 | Bohr | Essa professora é engraçada. Tudo ela devolve pra gente. |
| 345 | Professora | É por isso que o módulo se chama "ensino por investigação". Eu quero que vocês tenham a vontade de procurar as respostas, de investigar as questões. Garotos, silencio por favor. Estão falando muito alto. Não consigo ouvir nada... |
| 346 | Bohr | Tá professora, mas a gente só tá esperando derreter... então dá para ficar conversando enquanto a gente espera. |
| 347 | Professora | Tá, mas falem baixo e fiquem atentos com a observação. Se não derrete e vocês nem percebem. |
| 348 | Gay-Lussac | Olha lá, já derreteu muito. Tá dando pra ver que o gelo do sal vai perder. |
| 349 | Branca Edmée Marques | O gelo derreteu mais rápido na água comum. |
| 350 | Jacqueline Barton | E o gelo do açúcar vai derreter mais rápido que o gelo do sal. |
| 351 | Mendeleev | Pois é, o gelo da água com sal é o que derrete mais devagar. Porque? |
| 352 | Branca Edmée | O que a gente pode dizer é só isso, que o gelo na água com sal derrete mais devagar, depois é o gelo do açúcar e, por último, o |

| | | |
|-----|----------------------|---|
| | Marques | gelo da água sem nada. |
| 353 | Mendeleev | Mas porque? Pode ser porque um é molecular e o outro é iônico? |
| 354 | Professora | Muito bom, Mendeleev. É isso mesmo. |
| 355 | Branca Edmée Marques | Então substâncias moleculares atuam de forma diferente do que as iônicas na água? |
| 356 | Professora | Olha só, esse texto que estou entregando para vocês é para vocês lerem e pensarem nos fenômenos ocorridos. Na próxima aula quero que vocês me respondam o porquê disso tudo o que vimos, acontecer. Até quinta que vem e bom fim de semana. Obrigada. |
| 357 | Faraday | Mas você vai fazer prova disso? |
| 358 | Lavoisier | O que, vai ter prova nesse módulo? |
| 359 | Professora | Não, calma... |
| 360 | Faraday | Mas que pergunta é essa que você vai fazer? |
| 361 | Professora | Quero que vocês formulem uma explicação, a partir desse texto de referência e com todas as evidências que vocês observaram, sobre a questão inicial do Módulo. |
| 362 | Faraday | A resposta tá aqui? |
| 363 | Professora | (risos) Não. Mas a explicação para esse fenômeno sim. |
| 364 | Faraday | Tá bom. |
| 365 | Professora | Então não deixem de ler, ok? |
| 366 | Lavoisier | Pode sair? |
| 367 | Professora | Podem, até a próxima aula. |

Quinta aula

| | | |
|-----|----------------------|--|
| 368 | Professora | Bom dia. E aí, leram o texto? Vamos sentar. Meninos... Silêncio. Nossa! Hoje vocês estão pegando fogo... O que aconteceu? |
| 369 | Faraday | Acabamos de sair da prova de história... |
| 370 | Professora | Foram bem? |
| 371 | Faraday | Bem mal... Tava difícil pra caramba... |
| 372 | Lavoisier | Cê viu aquela questão dois... cara, o que era aquilo? |
| 373 | Professora | Meninos, no intervalo vocês conversam sobre a prova de história. Agora vamos voltar ao Módulo de química, ok? |
| 374 | Alunos | Ok. |
| 375 | Professora | Leram o texto? |
| 376 | Alunos | Claro que sim. |
| 377 | Professora | Que bom. E o que acharam? |
| 378 | Bohr | Muito bem escrito. (risos) |
| 379 | Professora | Engraçadinho. Estou falando sério. Quem se habilita a começar a discussão? |
| 380 | Marie Curie | Então... não sei direito... você começou falando do sal... |
| 381 | Linus Pauling | Que para ele quebrar, é assim que fala? |
| 382 | Cannizzaro | Não, é dissolver. Estamos falando do sal na água. |
| 383 | Branca Edmée Marques | O que é NaCl? |
| 384 | Bohr | O quê? Onde se mora, em Marte? Que isso, professora. |
| 385 | Professora | Calma. |
| 386 | Ruth Benerito | Ah, então fala o que é NaCl, sabichão? |
| 387 | Professora | Meninos, calma. Assim não vou conseguir dar aula... chega... silêncio... não quero ouvir essas zombarias. Todos têm o direito de perguntar. É melhor perguntar aqui do que ficar com dúvida depois e não ter jeito de saber o que é. Alguém pode responder o que é o |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| | | NaCl. |
| 388 | Ruth Benerito | O Bohr responde, ele sabe tudo. |
| 389 | Bohr | Respondo mesmo. É sal. Sal de cozinha, que você usa para colocar na salada, que usamos para fazer os experimentos do gelo... |
| 390 | Professora | É isso Branca Edmée Marques, lembrou? |
| 391 | Branca Edmée Marques | Foi mal, professora, mas eu tinha esquecido. Mas claro que sei o que é NaCl. |
| 392 | Professora | Então podemos continuar? Quer continuar, Linus Pauling? |
| 393 | Linus Pauling | Sei lá, tava falando que para quebrar o sal tem que ter calor... |
| 394 | Bohr | É, para o sal dissolver na água ele precisa absorver calor. |
| 395 | Gay-Lussac | Minha mãe é professora de química e me disse ontem, quando eu tava lendo o texto, que essa é uma reação endotérmica, porque o sal absorve calor do meio para se quebrar... |
| 396 | Professora | Muito bom, Gay-Lussac. O que mais você sabe sobre isso? |
| 397 | Gay-Lussac | Sei lá... entendo que é por isso que o gelo demora mais para derreter na água com sal. |
| 398 | Cannizzaro | Também acho que é isso. Como o sal absorve calor do meio, ele esfria o meio... |
| 399 | Ruth Benerito | É, fica mais gelado. Tira calor dele. |
| 400 | Bohr | Acho que é isso mesmo. |
| 401 | Dalton | Agora tenho uma explicação científica para as cervejas dos churrascos lá de casa. Meu pai vai achar que eu tô estudando pra caramba. |
| 402 | Professora | Acho que vocês poderiam me dar uma explicação melhor sobre isso... ta meio fraquinho. Vocês são capazes de formularem melhor a explicação. |
| 403 | Gay-Lussac | O sal interfere nessas propriedades coligativas, escritas aqui no texto que você deu. Então, quando tem água com sal e água sem sal, o sal vai abaixar a temperatura de congelamento da água. |
| 404 | Professora | Ótimo |
| 405 | Branca Edmée Marques | Agora dá para explicar porque eles jogam sal na neve nas estradas... |
| 406 | Professora | Porque, então? |
| 407 | Branca Edmée Marques | A mesma coisa que o Gay-Lussac falou. Para baixar a temperatura de congelamento da água. |
| 408 | Professora | Me explique melhor o que você entendeu quando leu no texto sobre isso. |
| 409 | Branca Edmée Marques | É, acho que eles jogam o sal para se misturar com a neve e baixar a temperatura que ele vira gelo. Assim ó... se a água congela a zero graus, quando joga sal ela congela, por exemplo, a menos cinco graus. Então quando neva, se a temperatura do dia for de menos dois graus... deixa eu ver... é... pera aí... deixa eu pensar. Ah, tá. Se no dia tiver menos dois graus, a neve não ficará em forma de gelo e sim de água, pois com o sal ela vai congelar só com menos cinco graus... deu para entender? |
| 410 | Professora | E aí, alguém quer falar alguma coisa sobre isso? Acho que a Branca Edmée Marques está correta com seu pensamento. Muito bom. |
| 411 | Dalton | Tá vendo como eu sabia disso. Lembra quando eu falei que eu pegava um palito, colocava em cima do gelo e por cima jogava sal e que o palito ficava grudado no gelo. É por isso, hein... ah, viu, como eu sei das coisas, véio? |
| 412 | Professora | Por isso o que, Dalton? |
| 413 | Dalton | Por causa disso que eles tão falando aí... |
| 414 | Professora | O quê? |
| 415 | Dalton | Que onde tem sal fica líquido... |
| 416 | Professora | Não estou entendendo. Pode me explicar melhor? |

| | | |
|-----|---------------|---|
| 417 | Dalton | Sei lá professora... assim... olha... quando coloco o sal em cima do palito que está no gelo, ele faz a temperatura de congelamento daquele lugar ficar mais baixa... aí... o gelo derrete naquele lugar... depois volta a congelar e gruda o palito nele. Ah, é nós, véio... |
| 418 | Professora | Bom... bom... e quanto as propriedades coligativas, o que me dizem? |
| 419 | Gay-Lussac | Poxa professora, minha mãe disse que isso é matéria do segundo ano... |
| 420 | Professora | Então pensem pelo lado positivo. Estão aprendendo antes e no ano que vem, saberão muito sobre isso. Silêncio. Fiquem quietos, vamos continuar... e sobre as propriedades coligativas? |
| 421 | Ruth Benerito | Dá para levar essas propriedades para as nossas vidas... nosso dia a dia. |
| 422 | Professora | Claro |
| 423 | Ruth Benerito | Quando eu li aqui, ó... tá escrito pressão de vapor... pensei que se cozinha melhor onde se tem maior pressão. Então... No rio, cozinha mais rápido que em Juiz de Fora, que é mais alto e por isso, tem menor pressão. |
| 424 | Cannizzaro | Isso tem relação com ar mais ou menos rarefeito? |
| 425 | Professora | Sim. Em locais mais altos o ar é mais rarefeito... mas o que a Ruth Benerito disse, tá certo? |
| 426 | Cannizzaro | Não. Se em Juiz de Fora é mais alto a pressão atmosférica vai ser maior... então... a água vai ferver mais rápido, né? |
| 427 | Professora | Certo... continua... |
| 428 | Cannizzaro | Se a água vai ferver mais rápido... |
| 429 | Professora | Isso, se ela vai ferver mais rápido, isso quer dizer que ela ferverá com a temperatura maior ou menor que cem graus? |
| 430 | Cannizzaro | Vai ferver com menos... vai ferver a menos de cem graus... |
| 431 | Professora | Então, se ela ferve, por exemplo, a 90 graus em Juiz de Fora, o tempo de cozimento de um alimento em Juiz de Fora será menor ou maior que no Rio? |
| 432 | Cannizzaro | Vai demorar mais para cozinhar em Juiz de Fora... |
| 433 | Professora | Exatamente. Quanto maior a altitude local, menor a pressão atmosférica e, portanto, menor a temperatura de ebulição. |
| 434 | Faraday | Por isso jogador de futebol brasileiro sofre quando vai jogar na Colômbia? |
| 435 | Professora | Como assim? |
| 436 | Faraday | É, se na Colômbia tem maior altitude, tem menor pressão atmosférica... aí o ar é mais rarefeito... por isso jogador brasileiro sofre. |
| 437 | Professora | Ah sim, mas não tem nada a ver com a temperatura de ebulição da água. |
| 438 | Marie Curie | Então... lá, se vamos cozinhar macarrão, vamos demorar horas para ferver a água? |
| 439 | Professora | Com exageros a parte... lá demora menos para ferver a água... por isso que em alguns países tem dificuldade de cozinhar arroz, ovo... Silêncio... lá a água vai ferver mais depressa, porque a temperatura de ebulição é menor. |
| 440 | Ruth Benerito | Olha, se aqui a água ferve a cem graus e lá ferve a noventa graus, lá ferve mais rápido. |
| 441 | Marie Curie | Então vai cozinhar mais depressa o macarrão. |
| 442 | Ruth Benerito | Não. |
| 443 | Cannizzaro | Claro que não. Pensa... |
| 444 | Ruth Benerito | Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão... |
| 445 | Professora | Qual esquema? |
| 446 | Ruth Benerito | Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| | | coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus... |
| 447 | Marie Curie | Ah...tá... claro... que vacilo... |
| 448 | Branca Edmée Marques | E porque a gente coloca sal na água que irá cozinhar o macarrão? |
| 449 | Dalton | Pra ficar salgado, temperar... |
| 450 | Professora | Será que é só por isso ou será que a cultura popular é altamente sábia? |
| 451 | Lavoisier | Minha grande avó, a mais sábia da família... coloca sal para ficar mais saboroso o macarrão. E olha que fica muito saboroso... |
| 452 | Ruth Benerito | Vocês não leram o papel? |
| 453 | Lavoisier | Tá tirando onda com a professora... |
| 454 | Bohr | Ela tá querendo chamar atenção da professora porque ela vai pegar a gente no terceiro ano... |
| 455 | Ruth Benerito | Vai se danar... |
| 456 | Professora | Meninos... pera lá... calma... me respondam, porque colocamos sal na água do macarrão? |
| 457 | Ruth Benerito | Para ele cozinhar mais rápido. Nesse papel que você nos deu para ler e juntando com a experiência do gelo, dá para ver que a presença do sal abaixa a temperatura de congelamento... como os meninos falaram no começo da aula... e... é... espera um pouco... ai professora... esqueci... onde eu estava mesmo? |
| 458 | Professora | Estava explicando porque colocamos sal na água do macarrão. |
| 459 | Ruth Benerito | Ah é, isso mesmo... então... para aumentar a temperatura de fervura da água... |
| 460 | Cannizzaro | Quando coloca sal a água vai ferver com mais de cem graus... |
| 461 | Gay-Lussac | Vai cozinhar mais depressa. |
| 462 | Professora | Então, para terminar essa questão... Porque o gelo derrete mais rápido na água de torneira que na água com sal? |
| 463 | Gay-Lussac | Porque o sal faz com que a temperatura de congelamento diminua e a de ebulição aumente. |
| 464 | Professora | Muito bom. Alguém não entendeu? Mas, outra pergunta surgiu durante o experimento e ninguém tocou nela hoje. |
| 465 | Cannizzaro | Qual? |
| 466 | Professora | Se ser sal ou outro sólido, modificaria o experimento? |
| 467 | Branca Edmée Marques | Sim, mas nós falamos na última aula. Lembra que o Mendeleev disse? |
| 468 | Professora | Não. Vocês podem me responder? |
| 469 | Branca Edmée Marques | Que interferiria sim sendo sal ou outro sólido, no caso o açúcar, pois um é molecular e outro é iônico. |
| 470 | Mendeleev | Isso, aí o texto tá explicando que o efeito coligativo será mais intenso se o sólido dissolvido for iônico |
| 471 | Branca Edmée Marques | Como o sal é iônico, ele diminui mais a temperatura de congelamento da água |
| 472 | Cannizzaro | Por isso o gelo derrete mais devagar. |
| 473 | Professora | Mutio bom... alguma questão a mais, meninos? |
| 474 | Alunos | Não. Tá tudo certo professora. |
| 475 | Professora | Então, até semana que vem com uma nova pergunta, falou? Até lá. |

ANEXO C

Texto de Leitura

Módulo de Química “ENSINO POR INVESTIGAÇÃO”

Professora: Fabiana Andrade

Texto para leitura

Tema: “PROPRIEDADES COLIGATIVAS”

Vocês já pensaram onde o gelo derrete mais rápido, na água comum ou na água com sal? Ou porque um peixe de água doce não pode viver no mar? Ou ainda, porque microorganismos tem mais dificuldade de crescer em compotas com caldas muito açucaradas?

Pois os solutos causam alterações nos solventes, que são chamadas de PROPRIEDADES COLIGATIVAS.

PRESSÃO DE VAPOR

Todas as moléculas de um líquido estão sempre em movimento e, quando a velocidade de uma é maior que da outra, elas escapam do líquido. Desta maneira explicamos porque a roupa enxuga no varal.

Porém, quando um líquido é colocado em um recipiente fechado, as moléculas não tem para onde escapar, chocam-se entre si e voltam para o líquido, até haver um equilíbrio. Desta maneira, definimos:

Pressão máxima de vapor de um líquido é a pressão exercida por seus vapores (vapores saturados) quando estes estão em equilíbrio dinâmico com o líquido.

Ex: Um líquido entra em ebulição à temperatura em que a sua pressão de vapor iguala-se à pressão exterior. Assim, a 100°C a água tem pressão de vapor igual a 1 atm. Portanto, a 1 atm a água entra em ponto de ebulição a 100°C.

A maioria dos sólidos fundem-se com expansão de volume, o gelo é uma das poucas exceções, funde-se com contração do volume. O ponto de fusão do gelo

aumenta com a diminuição da pressão, e vice-versa. Para a maioria dos sólidos, o ponto de fusão aumenta com o aumento da pressão e vice-versa. As variações dos Pontos de Fusão são insignificantes com a variação de pressão, porque no equilíbrio sólido-líquido não há participante gasoso.

O ponto de ebulição de todas as substâncias aumenta com o aumento da pressão e vice-versa. As variações dos Pontos de Ebulição são significativas com a variação de pressão, porque no equilíbrio líquido-vapor há participante gasoso.

PRESSÃO DE VAPOR DE UM LÍQUIDO PURO

Um recipiente contendo água líquida, depois de algum tempo evapora, ao fecharmos o recipiente, a evaporação não ocorrerá com a mesma intensidade. Agora a fase líquida estará em permanente contato com a fase vapor. Nesse momento o líquido está em equilíbrio dinâmico com o vapor.

Aqui o vapor exerce sobre o líquido a pressão máxima de vapor (maior pressão possível)

Pressão máxima de vapor de um líquido é a pressão que seu vapor exerce, num recipiente fechado, quando está em equilíbrio com o líquido, a uma certa temperatura.

Quanto maior a temperatura, maior a pressão de vapor de uma substância.

Quanto mais volátil é uma substância maior é a sua pressão de vapor, a uma mesma temperatura, líquidos mais voláteis têm maior pressão de vapor, ou seja, entram em ebulição antes.

Maior pressão de vapor implica atingir o ponto de ebulição mais rápido

Líquidos diferentes possuem pressões de vapor diferentes, consequência das maiores ou menores forças de atração entre as moléculas dos líquidos.

Temperatura de ebulição (também chamada de ponto de ebulição) é aquela na qual a pressão de vapor de um líquido é igual à pressão externa exercida sobre o líquido.

Quanto maior a pressão externa, maior a temperatura de ebulição

Locais situados ao nível do mar, têm pressão atmosférica maior e a temperatura de ebulição é maior do que em locais com maior altitude onde a pressão atmosférica é menor.

PRESSÃO DE VAPOR DOS SÓLIDOS

A maioria dos sólidos possui pressão de vapor praticamente nula.

Sólidos como naftalina e iodo apresentam pressão de vapor alta, ambos os sólidos sublimam, ou seja, passam do estado sólido para o vapor.

Nesta sublimação também ocorre um equilíbrio dinâmico entre o sólido e o vapor, existindo nesse momento a pressão máxima de vapor.

A temperatura de fusão (também chamada ponto de fusão) de uma substância é aquela em que pressão de vapor do sólido é igual a do líquido. A temperatura de fusão é sempre igual à de solidificação (também chamada temperatura de congelamento).

O ponto de fusão sofre uma variação muito pequena com a pressão externa, para a maioria das substâncias sólidas, um grande aumento na pressão provoca um pequeno aumento na temperatura de fusão.

EBULIOSCOPIA

Como vimos, um líquido ferve à temperatura na qual sua pressão de vapor é igual à pressão atmosférica.

Caso seja necessário reduzir a temperatura de ebulição de um líquido, basta diminuir a pressão exercida sobre ele.

Ao se adicionar um soluto (não volátil e molecular) à água pura, a temperatura de ebulição do solvente na solução aumenta.

TONOSCOPIA:

Como vimos a pressão de vapor aumenta com o aumento da temperatura. Quando a pressão de vapor se iguala a pressão atmosférica, o líquido entra em ebulição.

Quanto mais volátil o líquido, maior será sua pressão de vapor, assim a pressão de vapor de um líquido indica sua volatilidade.

A pressão de vapor de uma solução a cada temperatura diminui como resultado da presença de um soluto e assim é necessário aquecer a solução a uma temperatura mais alta, a fim de alcançar seu ponto de ebulição

Ou seja, ao adicionar soluto à solução a temperatura de ebulição diminui.

ABAIXAMENTO DO PONTO DE CONGELAMENTO

CRIOSCOPIA

A Temperatura de início de congelamento do solvente de uma solução É SEMPRE MENOR que a temperatura de início de congelamento do solvente puro. Uma utilidade prática do abaixamento da temperatura de congelamento é a utilização de água e etilenoglicol no radiador de carros de países de clima frio, a mistura pode baixar a temperatura até -35°C , utilizando água pura a temperatura mínima seria de 0°C . A água dos oceanos, é uma solução que contém diversos solutos, dentre os quais o cloreto de sódio. Rios e lagos de água doce também possuem solutos, mas em bem menor concentração. A temperatura de início de congelamento das águas dos oceanos É MENOR que a temperatura de início de congelamento das águas de rios e lagos, mas POR QUE? Como vimos a temperatura de início de congelamento de qualquer solução é sempre menor que a temperatura de início de congelamento do solvente puro e QUANTO MAIOR A CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO, MENOR SUA TEMPERATURA DE INÍCIO DE CONGELAMENTO.

APÊNDICE A - Análise Ideográfica

| Unidades de significado | | Aluno | Transcrição |
|---|------------|---------------|---|
| Concepções iniciais sobre ensino pro investigação | | Ruth Benerito | Esse módulo é como a gente desvenda um mistério... um assassinato, véio. Por isso chama investigação. |
| | | Faraday | É isso professora? Maneiro! Aqueles bagulhinho que os caras jogam para ver se acham alguma coisa no local do crime? |
| | | Bohr | Somos cobaias? Nunca ouvi falar disso nessa escola. Aqui as aulas sempre foram com os professores falando, falando... mesmo quando vamos pro laboratório, ficamos ouvindo, ouvindo... |
| Intervenção da professora | Orientação | Professora | Não. Vocês estão enganados. Esse módulo é parte da minha pesquisa de doutorado, pois nela eu quero ver a aprendizagem dos alunos , se vocês aprendem química de verdade quando é aplicada essa abordagem em uma aula de química. |
| | | Professora | Claro que não. Já está provado que essa estratégia de ensino é ótima para fazer vocês aprenderem os conceitos científicos, mas quero ver como é a interação entre nós na construção desse conceito e se vocês aprendem ou só memorizam. Tudo bem? |
| | | Professora | Para que eu possa captar tudo o que ocorre na sala, principalmente as discussões que vão ocorrer, eu vou gravar essas aulas e também vou anotar tudo o que estiver acontecendo aqui na sala, tudo bem? |
| | | Professora | Também vou pedir para vocês levarem essa folha para casa, onde está um termo de consentimento para eu poder desenvolver minha pesquisa com vocês. Preciso que o pai ou responsável assine para mim. Vou distribuir e recolho na próxima aula. Tá tudo explicado nessa folha. |
| | | Professora | Então, vou colocar uma questão no quadro para vocês e quero que vocês tentem respondê-la dando bons argumentos para justificar as hipóteses de vocês... aí, no decorrer das aulas, vamos caminhando com a questão. |
| | | Professora | Ok, ok, ok. Agora chega. Silêncio. Hoje a minha questão para vocês é: um cubo de gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum ... de torneira? Eu quero que vocês discutam entre vocês, levantando todas as hipóteses. Vou pedir também para que, além de vocês discutirem, cada um de vocês escreva a opinião no papel....então, cada um coloque o nome no papel...tá... escrevam a pergunta. vou distribuir um papel para cada aluno essa semana...tá....coloquem os nomes e cada um vai entregar seu papel. (Ruídos na |

| | | |
|--|------------|---|
| | | sala...conversas baixas...). Vou pedir para vocês falarem alto para eu poder gravar. |
| | Professora | Não, vamos fazer aqui em sala mesmo. Quero que me proponham experimentos simples. |
| | Professora | Vamos tentar determinar um experimento que possamos ver onde o gelo derrete mais rápido. |
| | Professora | Claro, mas nada de coisas mirabolantes. Experimentos sérios e que nos de a resposta que queremos, ainda que não a justifiquem. |
| | Professora | Engraçadinho. Silencio. Mas acho que temos uma maneira de resolver esse problema sem termos que comprar nada. Só com coisas que temos no colégio. |
| | Professora | Então, me proponham os experimentos que poderemos fazer em nossa sala. |
| | Professora | Então, nesses últimos minutos, eu quero que vocês escrevam como serão realizados os experimentos e na próxima aula vamos executar os procedimentos. |
| | Professora | Todos os passos que vamos fazer na semana que vem. |
| | Professora | Meninos, podem colocar 150mL que é o suficiente. Opa! A quantidade de sal tem que ser?... |
| | Professora | Anotem tudo o que estão vendo e tudo o que estão fazendo. |
| | Professora | Acho que pode ser essa quantidade. |
| | Professora | Mas tem que tarar o papel... |
| | Professora | Para desconsiderarmos o peso do papel. |
| | Professora | Coloquem identificação no Becker para saberem qual tem sal e qual não tem. |
| | Professora | Não fiquem agitando o Becker |
| | Professora | Escreva o nome nas anotações. |
| | Professora | Todos os gelos estão com a mesma quantidade de anilina. |
| | Professora | Vou dar um texto para vocês lerem em casa e vocês podem me responder na próxima aula. |
| | Professora | É por isso que o módulo se chama "ensino por investigação". Eu quero que vocês tenham a vontade de procurar as respostas, de investigar as questões. Garotos, silencio por favor. Estão falando muito alto. Não consigo ouvir nada... |
| | Professora | Olha só, esse texto que estou entregando para vocês é para vocês lerem e pensarem nos fenômenos ocorridos. Na próxima aula quero que vocês me respondam o porquê disso tudo o que vimos, acontecer. Até quinta que vem e bom fim de semana. Obrigada. |
| | Professora | Quero que vocês formulem uma explicação, a partir desse texto de referencia e com todas as evidencias que vocês observaram, sobre a questão inicial do Módulo. |
| | Professora | Exatamente. Quanto maior a altitude local, menor a pressão atmosférica e, portanto, menor a temperatura de ebulição. |
| | Professora | Ah sim, mas não tem nada a ver com a temperatura de ebulição da água. |

| | | | |
|--|-------------|------------|---|
| | | Professora | Com exageros a parte... lá demora menos para ferver a água... por isso que em alguns países tem dificuldade de cozinhar arroz, ovo... Silêncio... lá a água vai ferver mais depressa, porque a temperatura de ebulição é menor. |
| | Estimulação | Professora | Sim, pois as mudanças de estado físico provocam mudanças na densidade de uma substância... |
| | | Professora | Vamos lá, quem se arrisca a dar um palpite? |
| | | Professora | Será que o sal ajuda a conservar a temperatura ou ... |
| | | Professora | Mas a densidade não depende da massa e do volume de uma substância? |
| | | Professora | Tem, mas essa diferença faz o quê? |
| | | Professora | O que vocês acham? |
| | | Professora | E para que fazem isso? |
| | | Professora | Muito bem Marie Curie...então ...o sal é para? |
| | | Professora | Então, já que para vocês o sal libera íons quando dissolvido em água, o gelo irá derreter mais devagar ou mais depressa nesse meio? |
| | | Professora | Muito bom. E pensaram nisso? |
| | | Professora | Como eu vou fazer para esses gelos terem o mesmo volume? |
| | | Professora | Então, qual seria um recipiente que pudéssemos congelar essa água e que não perdéssemos volume? |
| | | Professora | Ah!!! Aqueles copinhos... pode ser uma boa ideia, hein! Meninos, hoje vocês estão falando muito. Vamos prestar atenção aqui na discussão. |
| | | Professora | Tudo bem, mas vamos continuar com nossas propostas. |
| | | Professora | Podemos congelar água colorida. O que acham? |
| | | Professora | Alguém tem alguma sugestão para fazermos gelo colorido? Algum corante de comida, por exemplo? |
| | | Professora | Sim, Jacqueline Barton. A proveta, para colocarmos o quê? |
| | | Professora | Os grupos tem dois beakers, um para colocar água com sal e outro para colocar?... |
| | | Professora | O que podemos concluir com esses experimentos? |
| | | Professora | Ele mantém a temperatura ou ele abaixa? |
| | | Professora | Boa pergunta, Marie Curie, podemos continuar nossos experimentos na próxima aula para averiguar. O que vocês acham? |
| | | Professora | Então, o que vocês me sugerem para a próxima aula? |
| | | Professora | Muito bom. A mesma quantidade de sal e de açúcar, né? |
| | | Professora | Proponho continuarmos na próxima aula, o que acham? E pensem no que ocorrerá se colocarmos açúcar em um becker e no outro colocarmos sal, como disse a Marie Curie e a Jacqueline Barton. |
| | | Professora | O que vocês acham? |
| | | Professora | Pensem no teor de álcool que cada bebida |

| | | | |
|--|----------|------------|---|
| | | | tem. |
| | | Professora | Muito bom, Mendeleev. É isso mesmo. |
| | | Professora | Engraçadinho. Estou falando sério. Quem se habilita a começar a discussão? |
| | | Professora | Muito bom, Gay-Lussac. O que mais você sabe sobre isso? |
| | | Professora | Acho que vocês poderiam me dar uma explicação melhor sobre isso... ta meio fraquinho. Vocês são capazes de formularem melhor a explicação. |
| | | Professora | Porque, então? |
| | | Professora | Me explique melhor o que você entendeu quando leu no texto sobre isso. |
| | | Professora | E aí, alguém quer falar alguma coisa sobre isso? Acho que a Branca Edmée Marques está correta com seu pensamento. Muito bom. |
| | | Professora | Por isso o que, Dalton? |
| | | Professora | O quê? |
| | | Professora | Não estou entendendo. Pode me explicar melhor? |
| | | Professora | Bom... bom... e quanto as propriedades coligativas, o que me dizem? |
| | | Professora | Certo... continua... |
| | | Professora | Isso, se ela vai ferver mais rápido, isso quer dizer que ela ferverá com a temperatura maior ou menor que cem graus? |
| | | Professora | Então, se ela ferve, por exemplo, a 90 graus em Juiz de Fora, o tempo de cozimento de um alimento em Juiz de Fora será menor ou maior que no Rio? |
| | | Professora | Como assim? |
| | | Professora | Qual esquema? |
| | | Professora | Será que é só por isso ou será que a cultura popular é altamente sábia? |
| | | Professora | Meninos... pera lá... calma... me respondam, porque colocamos sal na água do macarrão? |
| | | Professora | Então, para terminar essa questão... Porque o gelo derrete mais rápido na água de torneira que na água com sal? |
| | | Professora | Se ser sal ou outro sólido, modificaria o experimento? |
| | | Professora | Não. Vocês podem me responder? |
| | | Professora | Mutio bom... alguma questão a mais, meninos? |
| | Retomada | Professora | Silêncio, por favor... para que os vendedores de cerveja na praia colocam sal no gelo? |
| | | Professora | O que você chama de negocinhos, Gay-Lussac? |
| | | Professora | Achei muito interessante o que o Linus Pauling falou em relação a praia... |
| | | Professora | Você pode repetir e dar continuidade ao seu pensamento inicial? |
| | | Professora | Ah sim! Agora entendi. Para vocês o sal se dissolve na água liberando íons, é isso que vocês estão falando? |
| | | Professora | Silêncio. Gente, silêncio, por favor, vamos retomar a discussão da última aula... o que fizemos na última aula? |

| | | | |
|--|------------------------|------------|---|
| | | Professora | Isso mesmo. Aí vocês me propuseram um experimento, não é? Parem com a bobeira. Gostaria de silêncio na aula. Por favor... meninos... fiquem quietos. Bom, continuando... temos cubos de gelos coloridos e com os mesmos volumes, cuidadosamente preparados. Coloquei o sal, temos a balança ... |
| | | Professora | Bom dia, meninos. O que faremos hoje? |
| | | Professora | Sim, mas a Marie Curie perguntou se na água com açúcar aconteceria a mesma coisa e, depois de discutido, eu propus para fazermos a experiência novamente dessa maneira. Vamos começar? Já está tudo preparado aqui na mesa para vocês fazerem. |
| | | Professora | Leram o texto? |
| | | Professora | Que bom. E o que acharam? |
| | | Professora | Então pensem pelo lado positivo. Estão aprendendo antes e no ano que vem, saberão muito sobre isso. Silêncio. Fiquem quietos, vamos continuar... e sobre as propriedades coligativas? |
| | | Professora | Muito bom. Alguém não entendeu? Mas, outra pergunta surgiu durante o experimento e ninguém tocou nela hoje. |
| | | Professora | Silêncio, meninos. Vamos acalmar e começar a aula direito. Alguns alunos já estão falando e vocês nem estão ouvindo. É isso mesmo, Cannizzaro. Foi essa minha questão. E o que ficamos de fazer hoje? |
| | Orientação e retomada | Professora | Então, é isso mesmo que eu quero de vocês. Que vocês pensem em uma solução para essa pergunta. Para isso, voltemos a pergunta inicial...o que podemos fazer, então, para comprovarmos em qual água o gelo derrete mais rápido? Fiquem com esses pensamentos que na próxima aula quero que vocês me proponham experiências simples, que possam ser feitas aqui na sala mesmo, para podermos comprovar se o gelo derrete mais rápido na água salgada ou na de torneira... |
| | | Professora | Eu vou pedir para vocês fazerem um pouco mais de silêncio, terem um pouco mais de cuidado com a aula de hoje. Vou gravar a aula novamente. Então, hoje, a gente vai fazer o quê? A gente vai executar todas àquelas propostas que vocês fizeram para chegarmos a uma resposta para a nossa questão problema, não é isso? Qual foi a pergunta inicial da primeira aula? |
| | Retomada e estimulação | Professora | Então vamos relembrar o que ocorreu na nossa última aula. Alguém se habilita? |
| | | Professora | Olha só, ela falou assim, que eu devo pegar uma proveta. Prestem atenção aqui. Linus Pauling, silêncio. Eu devo pegar uma proveta, colocar nessa proveta a mesma quantidade de água, então, por exemplo, vou pegar 20mL em cada uma e vou congelar essa água. Mas quando a gente coloca essa água em um |

| | | | |
|---|-----------------------|---|---|
| | | | recipiente, quando formos desenformar o gelo, a gente perde volume, não perde? |
| | | Professora | Olha o que o Linus Pauling falou, que deveríamos congelar a água nos recipientes e jogarmos a água com sal e sem sal em cima deles. O que acham? |
| | | Professora | Sim. Dalton, achei ótima a sua sugestão, mas não sei se dá certo com o gelo. Prefiro a anilina que tenho mais costume e já sei que dá certo. Então, vocês me disseram que temos que pegar dois beakers, colocar o mesmo volume de água. Em um deles adicionar o sal. Temos, também, que congelar a água com corante e esses cubos têm que ter o mesmo volume. O procedimento deve ser feito a mesma temperatura e os gelos devem ser colocados ao mesmo tempo. Feito isso, é só observar? |
| | Orientação e estímulo | Professora | Meninos, calma. Assim não vou conseguir dar aula... chega... silêncio... não quero ouvir essas zombarias. Todos têm o direito de perguntar. É melhor perguntar aqui do que ficar com dúvida depois e não ter jeito de saber o que é. Alguém pode responder o que é o NaCl. |
| | | Professora | Sim. Em locais mais altos o ar é mais rarefeito... mas o que a Ruth Benerito disse, tá certo? |
| Perguntas dos alunos Busca de informação | | Dalton | Qual relação, água salgada e gelo? |
| | | Linus Pauling | É mais denso ou menos denso? |
| | | Cannizzaro | Mas a temperatura não interfere na densidade? |
| | | Cannizzaro | Então, a água líquida tem densidade maior do que do gelo, não tem? |
| | | Cannizzaro | Então, não tem nada a ver a densidade com qual derrete mais rápido? |
| | | Branca Edmée Marques | O que ele falou? |
| | | Branca Edmée Marques | Como é que é? Nunca ouvi falar nisso? |
| | | Bohr | Dá certo? |
| | | Cannizzaro | Mas o sal tem algum papel quando dissolvido na água? |
| | | Branca Edmée Marques | Se o sal conservasse mais o gelo na água, eles não jogariam sal na neve para descongelar, né? |
| | | Ruth Benerito | É, acho que se tem razão... mas e o sal no gelo da praia? |
| | | Marie Curie | Mas não temos formas de silicone. Alguém tem em casa? |
| | | Gay-Lussac | E como iremos ver qual gelo derrete mais rápido? O gelo tem a mesma cor da água. Pode ser muito rápido e a gente nem perceber. |
| | | Gay-Lussac | Mas não vai interferir na experiência? |
| | | Gay-Lussac | Quando congelar a água com o corante ele vai interferir no descongelamento? |
| | Ruth Benerito | Mas vamos jogar tinta? | |
| | Cannizzaro | Acho que esses corantes químicos dependem | |

| | | | |
|---------------------------|----------------------|---|---|
| | | de um certo pH das coisas para ficarem coloridos. Acho melhor a anilina. Dá professora? | |
| | Jacqueline Barton | Balança é para pesar uma quantidade de sal? | |
| | Cannizzaro | Quanto de água eu coloco? | |
| | Bohr | Pode ser 200mL ? | |
| | Cannizzaro | Quantos gramas de sal peso? | |
| | Jacqueline Barton | Dois gramas? | |
| | Marie Curie | Como eu peso nesse troço? | |
| | Cannizzaro | Pra quê tarar o papel? | |
| | Cannizzaro | Podemos colocar o gelo agora? | |
| | Branca Edmée Marques | Precisa marcar o tempo? | |
| | Lavoisier | Professora, o gelo demora muito para derreter. Pode ser pelo clima frio de hoje? | |
| | Ruth Benerito | Qual é o corante? | |
| | Marie Curie | E se colocarmos a mesma quantidade de sal e de açúcar em dois beakers diferentes? No Becker com açúcar também vai derreter mais rápido que com sal? | |
| | Jacqueline Barton | Mas derreteu porque colocamos um sólido na água, ou porque foi o sal? | |
| | Gay-Lussac | Vamos medir a mesma quantidade de sal e de açúcar? | |
| | Ruth Benerito | Podemos fazer um becker sem sal e sem açúcar? | |
| | Marie Curie | Posso pegar um gelo de cada cor? | |
| | Branca Edmée Marques | Tá acontecendo alguma coisa diferente? | |
| | Dalton | Qual é esse corante mesmo professora? | |
| | Jacqueline Barton | Professora, porque a vodka não congela no congelador? | |
| | Mendeleev | Pois é, o gelo da água com sal é o que derrete mais devagar. Porque? | |
| | Mendeleev | Mas porque? Pode ser porque um é molecular e o outro é iônico? | |
| | Branca Edmée Marques | E porque a gente coloca sal na água que irá cozinhar o macarrão? | |
| Conhecimento (Subsunções) | Escolar | Linus Pauling | É mais denso ou menos denso? |
| | | Gay-Lussac | Derrete no que tem maior temperatura... |
| | | Lavoisier | Creio que o sal ajuda o gelo a derreter mais rápido, pois ... ao misturar o sal na água, o sal iria dissolver na água... |
| | | Arrhenius | Eu acho que é na água com sal, porque o sal é mais corrosivo. |
| | | Faraday | Eu concordo pois acho que o gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico. |
| | | Branca Edmée Marques | Eu acho que derrete primeiro na água comum pois tem menor densidade... e também o sal pode ajudar a manter o gelo por mais tempo. |
| | | Bohr | Isso mesmo...a água salgada é mais densa, podendo interferir... |
| | | Cannizzaro | Mas a temperatura não interfere na densidade? |
| | | Dalton | É na água salgada por causa da concentração de sal. Quando pega um cubo de gelo e coloca o palito de dente em cima e joga sal |

| | | | |
|--|-----------|----------------------|---|
| | | | por cima, o gelo derrete e congela rapidamente e gruda no palito. |
| | | Gay-Lussac | Forma uma solução. Deve liberar aqueles negocinhos... |
| | | Gay-Lussac | Sei lá, minha mãe também é professora de química e ela fala disso lá em casa. Quando a gente coloca alguma coisa em solução e ela se separa. Não acontece isso com o sal? Eu vi ela falando isso quando tava colocando sal na água do macarrão. |
| | | Jacqueline Barton | E aqueles corantes da química? |
| | | Jacqueline Barton | Acho que chama fenolftaleína... e tem outros também. Lembra? |
| | | Cannizzaro | Acho que esses corantes químicos dependem de um certo pH das coisas para ficarem coloridos. Acho melhor a anilina. Dá professora? |
| | | Mendeleev | Mas porque? Pode ser porque um é molecular e o outro é iônico? |
| | | Branca Edmée Marques | Então substâncias moleculares atuam de forma |
| | | | diferente do que as iônicas na água? |
| | | Cannizzaro | Não, é dissolver. Estamos falando do sal na água. |
| | | Linus Pauling | Sei lá, tava falando que para quebrar o sal tem que ter calor... |
| | | Bohr | É, para o sal dissolver na água ele precisa absorver calor. |
| | | Cannizzaro | Isso tem relação com ar mais ou menos rarefeito? |
| | | Cannizzaro | Não. Se em Juiz de Fora é mais alto a pressão atmosférica vai ser maior... então... a água vai ferver mais rápido, né? |
| | | Ruth Benerito | E se fosse na água comum porque semelhante dissolve semelhante? |
| | | Marie Curie | Será que tem a ver com a temperatura de congelamento do álcool? |
| | | Bohr | Respondo mesmo. É sal. Sal de cozinha, que você usa para colocar na salada, que usamos para fazer os experimentos do gelo... |
| | | Gay-Lussac | Minha mãe é professora de química e me disse ontem, quando eu tava lendo o texto, que essa é uma reação endotérmica, porque o sal absorve calor do meio para se quebrar... |
| | | Ruth Benerito | Quando eu li aqui, ó... tá escrito pressão de vapor... pensei que se cozinha melhor onde se tem maior pressão. Então... No rio, cozinha mais rápido que em Juiz de Fora, que é mais alto e por isso, tem menor pressão. |
| | | Faraday | É, se na Colômbia tem maior altitude, tem menor pressão atmosférica... aí o ar é mais rarefeito... por isso jogador brasileiro sofre. |
| | Cotidiano | Ruth Benerito | Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido. |
| | | Linus Pauling | Só lembrei da praia. Quando a gente vai pra |

| | | | |
|------------|----------------------|--|---|
| | | | praia nas férias. Com a família. Aqueles homens que vendem cerveja, refrigerante, água ...colocam sal no gelo... |
| | Dalton | | É na água salgada por causa da concentração de sal. Quando pega um cubo de gelo e coloca o palito de dente em cima e joga sal por cima, o gelo derrete e congela rapidamente e gruda no palito. |
| | Dalton | | É... cê nunca fez isso? Pega o gelo e um palito de dente. Coloca o palito no gelo e em cima dele, cê joga sal. O palito fica grudado no gelo igual picolé (risos) |
| | Gay-Lussac | | Sei lá, minha mãe também é professora de química e ela fala disso lá em casa. Quando a gente coloca alguma coisa em solução e ela se separa. Não acontece isso com o sal? Eu vi ela falando isso quando tava colocando sal na água do macarrão. |
| | Branca Edmée Marques | | Então porque eles jogam sal nas ruas dos países que nevam? Se fosse isso, o sal não deixaria o gelo derreter e ficaria o gelo atrapalhando... acho que não acontece isso não. É na água de torneira que o gelo derrete mais rápido. |
| | Mendeleev | | Lá em casa, quando meu pai quer gelar a latinha da cerveja rápido quando alguém leva quente, ele coloca sal na água com gelo e fica gelada rapidinho. |
| | Dalton | | Colorau... minha avó é de São Gabriel da Palha... |
| | Dalton | | Lá eles usam muito colorau na comida, para dar cor. Usam no frango, na canja... acho que tudo lá tem colorau. Pode servir para colorir o gelo, né? |
| | Marie Curie | | Minha avó faz glacê e coloca anilina para ficar rosa. |
| | Jacqueline Barton | | Professora, porque a vodka não congela no congelador? |
| | Cannizzaro | | É cara, a vodka é muito mais forte que a cerveja. |
| | Marie Curie | | Então... lá, se vamos cozinhar macarrão, vamos demorar horas para ferver a água? |
| | Ruth Benerito | | Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão... |
| | Ruth Benerito | | Quando minha mãe quer cozinhar alguma coisa mais rápido, ela coloca na panela de pressão, pois nela a água vai ferver com mais de cem graus... |
| | Faraday | | Por isso jogador de futebol brasileiro sofre quando vai jogar na Colômbia? |
| | Ruth Benerito | | Eu acho que derreteria mais rápido na água de torneira, pois se fosse na água com sal as geleiras já teriam derretido. |
| | Linus Pauling | | Só lembrei da praia. Quando a gente vai pra praia nas férias. Com a família. Aqueles homens que vendem cerveja, refrigerante, água ...colocam sal no gelo... |
| Explicação | Marie Curie | | Também acho que o gelo derreteria mais |

| | |
|----------------------|---|
| | rápido na água com sal, pois o sal ajudaria a derreter o gelo com mais facilidade... |
| Bohr | Acho que não...tem a ver só com o sal que tá na água. |
| Marie Curie | Para ficar geladinho... |
| Gay-Lussac | Forma uma solução. Deve liberar aqueles negocinhos... |
| Mendeleev | É sim, o sal faz o gelo ficar mais gelado. |
| Mendeleev | Sei lá, acho que o gelo demora para derreter mais na água com sal, por isso a latinha da cerveja fica gelada rápido. Se derretesse rápido, não daria tempo de gelar a cerveja. |
| Linus Pauling | Poderíamos congelar a quantidade de água no próprio recipiente que vamos colocar os líquidos. |
| Jacqueline Barton | Vamos fazer dois becker, tudo igual o de hoje, mas em um vamos colocar sal e no outro açúcar. |
| Linus Pauling | O tempo hoje tá mais quente, deve ser mais rápido. |
| Gay-Lussac | Sei lá... entendo que é por isso que o gelo demora mais para derreter na água com sal. |
| Dalton | Agora tenho uma explicação científica para as cervejas dos churrascos lá de casa. Meu pai vai achar que eu tô estudando pra caramba. |
| Gay-Lussac | O sal interfere nessas propriedades coligativas, escritas aqui no texto que você deu. Então, quando tem água com sal e água sem sal, o sal vai abaixar a temperatura de congelamento da água. |
| Branca Edmée Marques | Agora dá para explicar porque eles jogam sal na neve nas estradas... |
| Branca Edmée Marques | A mesma coisa que o Gay-Lussac falou. Para baixar a temperatura de congelamento da água. |
| Dalton | Sei lá professora... assim... olha... quando coloco o sal em cima do palito que está no gelo, ele faz a temperatura de congelamento daquele lugar ficar mais baixa... aí... o gelo derrete naquele lugar... depois volta a congelar e gruda o palito nele. Ah, é nós, véio... |
| Cannizzaro | Se a água vai ferver mais rápido... |
| Cannizzaro | Vai ferver com menos... vai ferver a menos de cem graus... |
| Cannizzaro | Vai demorar mais para cozinhar em Juiz de Fora... |
| Ruth Benerito | Olha, se aqui a água ferve a cem graus e lá ferve a noventa graus, lá ferve mais rápido. |
| Marie Curie | Então vai cozinhar mais depressa o macarrão. |
| Ruth Benerito | Vai demorar mais para cozinhar o macarrão... porque a temperatura da água vai tá menor... é aquele esquema da panela de pressão... |
| Ruth Benerito | Ah é, isso mesmo... então... para aumentar a temperatura de fervura da água... |
| Cannizzaro | Quando coloca sal a água vai ferver com mais de cem graus... |
| Gay-Lussac | Vai cozinhar mais depressa. |
| Cannizzaro | Quando coloca sal a água vai ferver com mais |

| | | |
|---|--|---|
| | | de cem graus... |
| | Gay-Lussac | Vai cozinhar mais depressa. |
| | Gay-Lussac | Porque o sal faz com que a temperatura de congelamento diminua e a de ebulição aumente. |
| | Branca Edmée Marques | Que interferiria sim sendo sal ou outro sólido, no caso o açúcar, pois um é molecular e outro é iônico. |
| | Mendeleev | Isso, aí o texto tá explicando que o efeito coligativo será mais intenso se o sólido dissolvido for iônico |
| | Branca Edmée Marques | Como o sal é iônico, ele diminui mais a temperatura de congelamento da água |
| | Cannizzaro | Por isso o gelo derrete mais devagar. |
| Procedimento experimental/controle de variáveis | Linus Pauling | Primeira coisa é pegar dois recipientes do mesmo tamanho e volume...um recipiente com água e sal e outro com água comum. |
| | Marie Curie | Dois potes iguais, como chama mesmo? Becker? Pegamos dois desses com a mesma quantidade de água, com a mesma temperatura, porém um com sal e outro sem. |
| | Dalton | Isso, devemos colocar em dois copos a mesma quantidade de água, e cubos de gelo, sendo um deles com sal para ver qual derrete mais rápido. |
| | Branca Edmée Marques | Tudo que for feito em um tem que ser feito no outro, menos o sal |
| | Bohr | Os gelos têm que ser do mesmo tamanho e teremos que cronometrar... |
| | Jacqueline Barton | Pega uma coisa para medir a água certinho. |
| | Jacqueline Barton | Isso. E coloca dentro para saber a medida certa da água. |
| | Marie Curie | Daí a gente não vai saber se o gelo derreteu por causa do sal ou se por causa do tamanho dele. Xiii... |
| | Lavoisier | Mas a gente pode congelar essa água naqueles recipientes de silicone. Acho que é fácil de tirar o gelo dali. |
| | Linus Pauling | Poderíamos congelar a quantidade de água no próprio recipiente que vamos colocar os líquidos. |
| | Cannizzaro | E se colocarmos em um recipiente que pudéssemos rasgar... |
| | Jacqueline Barton | Então é isso, vamos colocar a mesma quantidade de água naqueles copinhos de café e congelar eles. |
| | Ruth Benerito | Logo depois de colocarmos a água nos recipientes, temos que colocar as pedras de gelo ao mesmo tempo. |
| | Linus Pauling | Será que isso vai dar certo? Tem que ser tudo tão certinho. Qualquer coisa altera... assim fica difícil... |
| | Ruth Benerito | Tem que ser certinho, Luis, para que não tenhamos dúvidas no final da experiência. Já pensou? Depois de todo o trabalho? |
| | Gay-Lussac | Quando congelar a água com o corante ele vai interferir no descongelamento? |
| Cannizzaro | Se o sal interfere nisso, o corante também vai interferir... | |

| | | |
|--------------|----------------------|--|
| | Jacqueline Barton | Mas os dois vão estar com corantes... |
| | Marie Curie | Lembra que tudo o que a gente faz em um tem que fazer no outro? |
| | Jacqueline Barton | A quantidade certa de água nos beakers. |
| | Cannizzaro | É só colocar o papel e jogar o sal em cima. |
| | Cannizzaro | Pra quê tarar o papel? |
| | Ruth Benerito | Na hora que eu colocar o gelo, você começa a contar, tá? |
| | Gay-Lussac | Vamos medir a mesma quantidade de sal e de açúcar? |
| | Mendeleev | Espera as águas ficarem paradas para colocar o gelo. |
| | Ruth Benerito | Tudo de novo. Igual semana passada. |
| | Gay-Lussac | Escreve aí no becker sal, açúcar e nada. |
| | Ruth Benerito | Isso mesmo. Identifica tudo porque depois já era. |
| | Gay-Lussac | Ah, sei lá. Pega tudo igual pra não ter problema véio. |
| | Dalton | Mas ele não interfere no derretimento? |
| Observação | Mendeleev | Podemos observar que o gelo na água doce não mantém a mesma forma e derrete mais rápido e na água salgada o gelo mantém a sua forma |
| | Ruth Benerito | Mantém não, olha só, ta todo deformado... |
| | Linus Pauling | Derrete mais rápido na água doce, mesmo. |
| | Marie Curie | Professora, o que estava na água doce já derreteu. |
| | Faraday | Escreve aí, podemos notar que a quantidade de água aumentou excessivamente na água comum. |
| | Bohr | Que o gelo derrete mais rápido na água comum. |
| | Bohr | Mas já vimos que o gelo derrete mais rápido na água comum. |
| | Gay-Lussac | Olha lá, já derreteu muito. Tá dando pra ver que o gelo do sal vai perder. |
| | Branca Edmée Marques | O gelo derreteu mais rápido na água comum. |
| | Jacqueline Barton | E o gelo do açúcar vai derreter mais rápido que o gelo do sal. |
| | Branca Edmée Marques | O que a gente pode dizer é só isso, que o gelo na água com sal derrete mais devagar, depois é o gelo do açúcar e, por último, o gelo da água sem nada. |
| Continuidade | Ruth Benerito | Ficamos discutindo sobre o gelo. |
| | Lavoisier | É. Aquele negócio do gelo da praia, da neve. Um montão de coisa véio. Nem lembro direito mais. |
| | Cannizzaro | Em qual sistema o gelo derrete mais rápido, na água com sal ou na água de torneira? Né isso mesmo, professora? |
| | Ruth Benerito | Temos que falar como iremos saber em qual deles o gelo derrete mais rápido. |
| | Ruth Benerito | Para vermos onde o gelo derrete mais rápido? |
| | Bohr | Se o gelo derrete mais rápido na água com sal ou na água comum? |
| | Marie Curie | E se colocarmos a mesma quantidade de sal e de açúcar em dois beakers diferentes? No |

| | | |
|------------|----------------------|--|
| | | Becker com açúcar também vai derreter mais rápido que com sal? |
| | Marie Curie | Vamos fazer a experiência do gelo de novo? |
| | Faraday | Vamos fazer tudo igual? |
| Inferência | Linus Pauling | O gelo derreterá mais rápido na água comum, porque o sal ajuda a conservar o gelo em seu estado físico. |
| | Marie Curie | Conservar a temperatura do gelo e não deixar derreter... |
| | Cannizzaro | Essa dissociação faz a água ficar mais gelada e demorar mais para derreter o gelo. |
| | Branca Edmée Marques | Então, o gelo derrete mais rápido na água com sal. Aí explica eles jogarem sal na neve, para derreter mais rápido. |
| | Cannizzaro | Claro que o que vai derreter primeiro vai ser o menor. |
| | Cannizzaro | Por isso que as geleiras dos pólos não derretem, porque tem sal... |
| | Bohr | É cara. Aí, quando tiver que colocar sal no gelo para gelar a cerveja, qualquer areia vai servir e não vai precisar gastar dinheiro, veio... maneiro... |
| | Bohr | Congela sim, cerveja congela. E é tudo álcool. |
| | Mendeleev | Mas porque? Pode ser porque um é molecular e o outro é iônico? |
| | Gay-Lussac | Minha mãe é professora de química e me disse ontem, quando eu tava lendo o texto, que essa é uma reação endotérmica, porque o sal absorve calor do meio para se quebrar... |
| | Cannizzaro | Também acho que é isso. Como o sal absorve calor do meio, ele esfria o meio... |
| | Ruth Benerito | É, fica mais gelado. Tira calor dele. |
| Liberdade | Bohr | Muito legal a gente poder falar assim, sem medo de errar. |