

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO
DE QUÍMICA CENTRADA NA CURIOSIDADE CIENTÍFICA DOS
ESTUDANTES E ELABORADA COM BASE NA TEORIA DA FORMAÇÃO DAS
AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN**

Petronildo Bezerra da Silva

Recife, novembro de 201

Petronildo Bezerra da Silva

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO
DE QUÍMICA CENTRADA NA CURIOSIDADE CIENTÍFICA DOS
ESTUDANTES E ELABORADA COM BASE NA TEORIA DA FORMAÇÃO DAS
AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN**

**Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Educação
da UFPE como um dos requisitos para
obtenção do grau de Doutor em Educação,
sob orientação da Profa. Dra. Patrícia
Smith Cavalcante.**

Recife, novembro de 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO DE
QUÍMICA CENTRADA NA CURIOSIDADE CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES E
ELABORADA COM BASE NA TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES
MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN**

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Patricia Smith Cavalcante
1ª Examinadora/Presidente

Profa. Dra. Laurinda Sousa Ferreira Leite
2ª Examinadora

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
1ª Examinadora/Presidente

Profa. Dra. Analice de Almeida Lima
4ª Examinadora

Profa. Dra. Zélia Granja Porto
5ª Examinadora

Recife, 29 de novembro de 2011.

Silva, Petronildo Bezerra da.

Desenvolvimento e avaliação de uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos estudantes e elaborada com base na teoria da formação das ações mentais por etapas de Galperin / Petronildo Bezerra da Silva. – Recife: O Autor, 2011.

293 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Smith Cavalcante

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2011.

Inclui Referências, Apêndices e Anexos.

1. Ensino-aprendizagem. 2. Teoria da formação das ações mentais por etapas de Galperin. 3. Aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP). I. Cavalcante, Patrícia Smith (Orientadora) II. Título.

CDD 371.3

UFPE (CE 2012-006)

Esta tese é dedicada à professora
Lúcia Helena Aguiar de Souza,
in memoriam

Agradecimentos

A Profa. Dra. Patrícia Smith por me aceitar como seu aluno de doutorado e pela sempre competente e precisa orientação dedicada a este trabalho.

A minha esposa Vilma sempre presente e colaborando comigo em todos os momentos da realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Alexandre Gonçalves Rezende, da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, pela imensa gentileza em disponibilizar os trabalhos de Galperin e também discutir comigo alguns aspectos da Teoria das Ações Mentais.

Ao Consórcio Erasmus Mundus Windows for External Cooperation 2009-2013/UFPE, pela bolsa de doutorado, o que tornou possível a realização do meu estágio doutoral na Universidade do Minho em Portugal.

A Professora Dra. Laurinda Leite, orientadora do meu estágio doutoral, pela atenção, acolhida e apoio dispensado durante a toda a minha permanência no Instituto de Educação da Universidade do Minho-Portugal (UM) que geraram frutos de cooperação entre as áreas de ensino de ciências da UM e da UFPE.

A Professora. Msc. Esmeralda Esteves por abrir espaço no seu planejamento para realizar as sessões da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), tornando-se numa grande oportunidade de aprender como a abordagem se materializa.

A Dra. Adriana Lago, Chefe do Gabinete de Relações Internacionais da Universidade do Minho pela organização da acolhida aos alunos de intercâmbio da UM no ano letivo 2010-2011.

Ao Pro-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UFPE Prof. Dr. Anísio Brasileiro pelo apoio financeiro recebido para realizar esta tese.

As amigas e professoras de química do Colégio de Aplicação da UFPE Kátia Aquino e Ana Maria Alves de Souza que sempre se mostraram dispostas a abrir suas salas de aula para realizar o trabalho de investigação com os seus alunos.

A diretora da Escola Ageu Magalhães por permitir participar da rotina escolar e fazer a intervenção nesta escola.

A professora de biologia Regina da Escola Ageu Magalhães que me permitiu trabalhar com os seus alunos.

Ao Prof. Dr. Francislê Neri de Souza, da Universidade de Aveiro-Portugal, amigo de longas datas pelo imenso apoio dispensado a mim durante o meu estágio doutoral e pela oportunidade de discutir questões relevantes do ensino e da aprendizagem de ciências e a Dayse, sua esposa, agradeço o enorme carinho e dedicação que tem em receber os amigos.

A Profa. Dra. Telma Santa Clara, minha chefe no Departamento de Métodos e Técnicas pelo apoio concedido no âmbito dos caminhos burocráticos e administrativos da UFPE.

Aos alunos do Colégio de Aplicação da UFPE e da Escola Ageu Magalhães que foram sujeitos desta pesquisa e por quem trabalhamos por uma educação melhor.

A amiga de Turma de Doutorado Margarete Sampaio com quem dividi longas horas de estudo, discussões e boas conversas.

Resumo

A curiosidade científica pressupõe uma predisposição para conhecer e aprender. Possui um valor epistemológico que permite uma conjunção de fatores tais como: poder explicativo, atenção, conteúdo científico e tenacidade para com o objeto de conhecimento. Levando em consideração essas potencialidades da curiosidade científica, esta tese procurou estudar, desenvolver e avaliar uma abordagem de ensino de química, a partir da Base Orientadora da Ação, tratada na Teoria das Ações Mentais por Etapas de Galperin. Foram realizados três estudos. Um estudo piloto com alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ageu Magalhães – Recife – PE, que fundamentaram os procedimentos e instrumentos utilizados no segundo estudo. O segundo estudo foi desenvolvido com alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFPE. Os resultados revelaram que a Base de Orientadora da Ação (BOA) utilizada para responder a curiosidade científica dos alunos, mostrou-se adequada conforme as análises estatísticas de confiabilidade, consistência e correlação. No que se refere aos aspectos qualitativos, a Base de Orientação mostrou a importância de analisar de maneira integrada os itens que a compõe de modo a dar uma resposta adequada à curiosidade científica dos alunos. O grau de generalização e consciência das ações realizadas pelos alunos foram de 41% e 36,5% respectivamente, valores que são semelhantes aos resultados alcançados por outras pesquisas da área de ensino de ciências. O terceiro estudo foi realizado com alunos do 9º ano do Ensino Básico da Escola Ribeira de Neiva, localizada no Distrito de Braga-Portugal. Este estudo teve o objetivo de acompanhar e avaliar uma prática de ensino desenvolvida por meio da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Os resultados deste estudo subsidiaram uma análise comparativa entre as duas abordagens. Verificou-se que ambas, embora estejam fundamentadas em pressupostos teóricos e metodológicos diferenciados, responderam adequadamente aos aspectos cognitivos da curiosidade científica dos alunos. Os resultados apontam também para uma avaliação da aprendizagem, na qual é possível ter como parâmetros de avaliação o grau de generalização e o grau de consciência das ações educativas desenvolvidas para a compreensão de conceitos científicos. Uma avaliação que se baseia em critérios estruturantes do pensamento científico numa perspectiva crítica, discursiva e dialética.

Palavras-chave: *curiosidade científica; Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin; Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); generalização e consciência*

Abstract

Scientific curiosity requires a willingness to learn and know. It has an epistemological value that allows a combination of factors such as explanatory power, attention, scientific content and toughness to the object of knowledge. Given these potential scientific curiosity, this thesis sought to study, develop and evaluate an approach to teaching chemistry, from the action-oriented basis, treated in the Theory of Action Steps for Mental Galperin. We conducted three studies. A pilot study with students from the first year of High School State School Aggeu Magalhães - Recife - PE, justifying the procedures and instruments used in the second study. The second study was conducted with students from first year high school of the College Application UFPE. The results revealed that the base of the Action Advisor (BOA) used to answer students' scientific curiosity, was adequate according to the statistical analysis of reliability, consistency and correlation. With regard to qualitative aspects, the base orientation showed the importance of an integrated analysis of the items that make up so as to give an adequate response to the scientific curiosity of students. The degree of generalization and awareness of actions performed by the students were 41% and 36.5% respectively, values that are similar to results obtained by other researchers in science education. The third study was conducted with students in the 9th year Basic Education School of Ribeira de Neiva, located in the district of Braga, Portugal. This study aimed to monitor and evaluate a teaching practice developed through the Learning-Based Problem Solving. The results of this study provided support a comparative analysis between the two approaches. It was found that both, although they are based on different theoretical and methodological assumptions, respond properly to the cognitive aspects of students' scientific curiosity. The results also point to an assessment of learning, where you can have as parameters to assess the degree of generalization and the degree of awareness of educational activities developed for the understanding of scientific concepts. An evaluation that is based on structural criteria of scientific thinking in a critical perspective, discursive and dialectic.

Keywords: scientific curiosity; Theory of Formation of Mental Actions Steps by Galperin; Problem Based Learning (PBL), generalization and awareness

Lista de Figuras

Figura 1. Os domínios da curiosidade científica	36
Figura 2: Relação entre os elementos constituintes da atividade. Fonte: Sanmarti, 1996.	50
Figura 3: Diferenças entre ação e atividade	53
Figura 4: Níveis de análise dos elementos da atividade	55
Figura 5: Representação material do quadrado de um binômio $(a + b)^2$	65
Figura 06: Representação materializada: esquema de diluições sucessivas	74
Figura 7. Modelo da ligação metálica. Fonte: Google Imagens	102
Figura 8. Base Orientadora da Ação. Fonte: Arellano e Merino, 2003.	107
Figura 9: BOA dada aos alunos	113
Figura 10: Base Orientadora da Ação de Pedro	138
Figura 11: Base Orientadora da Ação de Maria	139
Figura 12: Base Orientadora da Ação de Júlia	139
Figura 13: Base Orientadora da Ação de Carolina	140
Figura 14: Base Orientadora da Ação de José	140
Figura 15: Base Orientadora da Ação de Célia	141
Figura 16: Base Orientadora da Ação de Cecília	141
Figura 17: Base Orientadora da Ação de Marta	142
Figura 18: Base Orientadora da Ação de Rafael	142
Figura 19: Esquema do estudo II	148
Figura 20: Alunos realizando a etapa material	152
Figura 21. Base de Orientação	152
Figura 23 Etapa da pesquisa para a solução das curiosidades.	194
Figura 24. A professora discutindo com os alunos o andamento das atividades.	195
Figura 25. Construção de um circuito elétrico	195
Figura 26. Apresentação e discussão dos resultados	196

Lista de Tabelas

Tabela 01: Tipos de Base Orientadora da Ação (BOA)	70
Tabela 02: Etapas do processo de ensino e aprendizagem para o estudo piloto	97
Tabela 03: Principais usos, vantagens e desvantagens de materiais usados na intervenção	120
Tabela 04: Organização dos dados conforme as respostas dos alunos	127
Tabela 05: Resultados das visitas conforme os registros dos alunos	132
Tabela 06: Grau de consciência dos alunos	136
Tabela 07: BOA dos alunos do 1º ano A de acordo com os itens estabelecidos por Sanmarti (1989)	163
Tabela 08: BOA dos alunos do 1ª ano B de acordo com os itens estabelecidos por Sanmarti (1989)	166
Tabela 09: Correlação dos itens da BOA	170
Tabela 10: Resultado do grau de generalização e consciência	171
Tabela 11: Tabela comparativa dos resultados obtidos por outras pesquisas	172
Tabela 12: Tipos de questões utilizadas na análise das curiosidades	193
Tabela 13: Opiniões dos alunos sobre a formulação das curiosidades	201
Tabela 14: Apresentação das soluções e avaliação geral da ABRP (competências transversais)	203
Tabela 15: Relações entre a ABRP e a Teoria de Galperin	208

Sumário

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Sumário	v
Lista de Figura	ix
Lista de Tabelas	x
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Geral	19
1.1.2 Específicos	19
CAPÍTULO 2: O ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS SOBRE A CURIOSIDADE CIENTÍFICA NO CAMPO DAS CIÊNCIAS HUMANAS	20
CAPÍTULO 3: AS NUANCES DA CURIOSIDADE CIENTÍFICA	26
3.1 A curiosidade científica como pergunta	27
3.2 A curiosidade como diálogo	29
3.3 O conceito de curiosidade científica	31
3.4 A curiosidade científica no ensino de ciências	34
3.5 Os domínios da curiosidade científica	36
3.6 A curiosidade como visão de mundo: o enfoque sócio-histórico da aprendizagem	38
3.7 Formação docente para o uso da curiosidade dentro do enfoque sócio-histórico da aprendizagem	41
CAPÍTULO 4: AS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV À TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN	46
4.1 Os conceitos de ação e operação	51
CAPÍTULO 5: A TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN: CARACTERÍSTICAS GERAIS	58
5.1 A formação de habilidade como um produto do desenvolvimento humano	61

5.2 A estrutura das ações mentais	66
5.3 Partes estruturais e funcionais da ação	68
5.4 Tipos de Base Orientadora da Ação	69
5.5 Características gerais da ação	73
5.6. Descrevendo as características gerais da forma da ação	73
5.7 A forma material ou materializada da ação	74
5.8 A forma verbal externa	76
5.9 Forma verbal interna	76
5.10 O caráter generalizado da ação	77
5.11 O caráter consciente da ação	80
5.12 O caráter reduzido da ação	85
5.13 O caráter assimilado da ação	85
CAPITULO 6: AS ETAPAS DE FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS	86
6.1. Características das principais etapas do processo de assimilação de acordo com Galperin (1989b) e Talizina(1988)	86
6.1.1 Primeira etapa	86
6.1.2 Segunda etapa	87
6.1.3 Terceira etapa	87
6.1.4 Quarta etapa (forma verbal da ação)	88
6.1.5 Quinta etapa	88
6.1.6 Sexta etapa	89
6.2 A organização do controle do processo de formação das ações mentais	91
6.3 Princípios fundamentais e orientações para o ensino	93
CAPITULO 7: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	95
7.1 Etapa Preparatória com a curiosidade científica	95
7.2. Intervenção Pedagógica	96
7.2.1 O invariante conceitual	99
7.3 Estudo I (Piloto)	101
7.3.1 Considerações Iniciais – O invariante conceitual do Estudo Piloto	101
7.3.2 Objetivos	104
7.3.3 Desenho metodológico	104
7.3.3.1 I Etapa: Avaliação da Base Orientadora da Ação (BOA)	106
7.3.3.2 II Etapa:- Vivência da Base Orientadora da Ação	109

7.3.3.3. III Etapa: Elaboração da BOA pelos alunos	111
7.3.3.4 IV Etapa: Explicação dos Modelos Teóricos	114
7.4 Questionário e avaliação estatística	115
7.4.1 Respostas- Padrão das questões sobre as propriedades dos metais	116
7.4.2 Definição das categorias de análise	123
7.5 Resultados e discussões	125
7.5.1 Resultados dos Encontros	125
7.5.2 Análise das BOA(s) dos alunos	138
7.6 Conclusões	144
CAPITULO 8: ESTUDO II	147
8.1 Usando a estatística para avaliar a BOA	155
8.2 Parâmetros para a determinação da qualidade da ação	156
8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	158
8.3.1 Análise da curiosidade dos alunos: Etapa da Motivação	158
8.3.2 Sobre os procedimentos lógicos de inclusão do conceito na ação. Etapa Material	160
8.3.3 Etapas da linguagem externa	161
8.3.4 Etapas da linguagem interna: respostas as curiosidades	162
8.3.5 Análises estatísticas dos dados	169
8.3.6 Grau de consciência, grau de generalização e comparação com outros estudos	171
8.4 CONCLUSÃO	177
CAPITULO 9: ESTUDO III	179
9.1 Como a abordagem desenvolvida com a Teoria de Galperin se relaciona com a ABRP	179
9.2 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) - Histórico, Conceituação, Teoria e Método	179
9.3 A ABRP e a sua contribuição para uma aprendizagem significativa	185
9.4 A ABRP e os processos de ensino	186
9.5 Possibilidades pedagógicas da ABRP	188
9.6 Desafios à implementação da ABRP na sala de aula	190
9.7 Estudos com a ABRP - vivenciando o processo de ensino e aprendizagem na escola	191
9.8 Resultados e Discussão	197

9.8.1 Reações dos Alunos	197
9.8.2 Aprendizagem, desenvolvimento e competências	197
9.9 Conclusões do estudo III	204
CAPITULO 10: CONCLUSÃO GERAL	206
PROPOSTA DE NOVOS ESTUDOS COM AS ABORDAGENS AVALIADAS NA TESE	210
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211
Apêndices	221
Anexos	256

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Como podemos pensar a formação de crianças e adolescentes, jovens estudantes, que buscam conhecer e compreender o mundo, diante de um ensino de ciências cristalizado, de conceitos prontos? Ao se referir ao ensino de ciências que visa a participação do aluno no processo de construção do conhecimento, Carvalho e Gil-Pérez (2001) escreve que esse tipo de ensino deve possibilitar aos alunos “[...] oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas [...] p.3”. Segundo Demo (2002), “[...] a criança é, por vocação, um pesquisador pertinaz, compulsivo [...] p.11”. A escola por diversas vezes prejudica esta volúpia infantil. Morin (2003) sentenciou que a escola mata a curiosidade das crianças.

A ciência é uma atividade humana que permite desenvolver e produzir conhecimentos e processos na tentativa de responder os inúmeros desafios da contemporaneidade. Nesse sentido, o ensino de ciências deve oportunizar aos estudantes a possibilidade de desenvolver atitudes que despertem a inquietação diante do novo (BIZZO, 2007). É importante o professor propor situações nas quais os estudantes reflitam, e possam procurar por explicações, levantar hipóteses, expor e discutir suas idéias. A curiosidade seria um excelente ponto de partida para esse trabalho e também elemento balizador das abordagens de ensino na área, pois a curiosidade caracterizada como busca pelo conhecimento seria a fonte geradora da vontade de investigar e produzir conhecimento seja na escola ou nas academias de ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental de Ciências Naturais trazem em sua apresentação a afirmação de que o papel das ciências é contribuir para que o estudante possa compreender o mundo e suas transformações (BRASIL, 1998). Incentivar as atitudes de curiosidade dos alunos, a persistência na busca e compreensão das informações tem lugar privilegiado no processo ensino-aprendizagem. Neste mesmo documento há a seguinte consideração sobre as curiosidades dos alunos:

“O interesse e a curiosidade dos estudantes pela natureza, pela Ciência pela Tecnologia e pela realidade local e universal, conhecidos também pelos meios de comunicação, favorecem o envolvimento e o clima de interação que precisa haver para o

sucesso das atividades, pois neles encontram mais facilmente significado. Trata-se, portanto, de organizar atividades interessantes que permitam a exploração e a sistematização de conhecimentos compatíveis ao nível de desenvolvimento intelectual dos estudantes, em diferentes momentos do desenvolvimento” (PCN, p.28)

Neste sentido, podemos afirmar que a curiosidade científica ao constituir-se numa estrutura interrogativa, com certo conteúdo investigativo sobre um determinado fenômeno da natureza pode acabar revelando também uma propriedade específica dos materiais, as características peculiares de certas espécies de animais e vegetais, e assim produzir um conteúdo investigativo, uma ação voltada para o conhecimento de tais objetos. Esta estrutura interrogativa parece estar além de uma observação, tendo em vista a capacidade dos estudantes de poder refletir sobre o mundo por meio das interações sociais e gerar dúvidas sobre os significados dos fenômenos.

Assim, o contato com um mundo desconhecido permite a criança perguntar, surgindo a necessidade de entender e desvendar este mundo que a cerca. Dessa forma, entendemos que explorar e valorizar a curiosidade das crianças desperta maior interesse delas pelas aulas de ciências.

Alves (2009) relata que a curiosidade faz surgir uma indagação, que pode levar a busca pelo conhecimento de forma prazerosa. O autor parte do pressuposto de que as ciências são constituídas por conhecimentos capazes de desenvolver processos prazerosos e criativos de aprendizagem. Neste sentido, a curiosidade é um elemento fundamental para esse processo, ou seja, ela é uma condição para a criatividade.

Atualmente, no campo da educação, vivemos os questionamentos que os diversos atores sociais fazem sobre o papel da escola e a resposta que os sistemas de ensino fornecem as demandas da sociedade. Uma dessas demandas se refere à efetividade dos processos de ensino e aprendizagem, tendo em vista as defasagens de leitura, escrita, operações matemáticas e compreensão científica que são demonstradas pelos estudantes brasileiros em relação a outros países desenvolvidos e até países mais pobres que o Brasil, segundo diversas avaliações nacionais – Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Sistema de Avaliação Estadual e Municipal - e Internacional – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Este último, a cada três anos, procura avaliar a capacidade dos estudantes em utilizar os conhecimentos científicos aprendidos na escola, reconhecer perguntas relacionadas a ciências, identificar as questões

envolvidas em pesquisas científicas, associar dados científicos com afirmações ou conclusões e comunicar estes aspectos da ciência (PISA, 2011). A resolução de problemas foi uma área temática especial do PISA em 2003. De acordo com os resultados do PISA de 2003, que envolveu 43 países, o Brasil obteve o 42º lugar no ranking das aptidões para as ciências, ficando a frente apenas do Peru (IVANISSEVICH, 2003). Segundo Bizzo *apud* Ivanissevich (2003, p. 28):

“O próprio SAEB, já revelava que o pior desempenho dos alunos era na área de ciências. Sabendo disso, paradoxalmente, o Ministério da Educação (MEC) extinguiu a prova de ciências. Sabíamos que o Brasil inteiro estava mal na aprendizagem em ciências, mas o MEC renunciou a monitorá-la, Ou seja, mandou-se quebrar o termômetro do doente que tinha a febre mais alta.”

Em 2009 conseguimos o 49º lugar entre 61 países avaliados. Longe de considerar a natureza dessas defasagens da aprendizagem escolar como fruto unicamente de determinadas opções teóricas e metodológicas do professor ou da escola, mas acreditando ser possível esta opção trilhar caminhos que forneçam uma compreensão mais ampliada dos conceitos, que levem a formação, por parte do aluno, de um pensamento crítico, discursivo e dialético, a abordagem de ensino proposta busca fundamentalmente a melhoria nos processos de ensino e aprendizagem de química, tendo em vista estes baixos índices de aproveitamento que os alunos têm demonstrado através dos sistemas oficiais de avaliação, tanto nacional como internacional. Neste sentido, este trabalho de pesquisa procura desenvolver uma abordagem de ensino que proporcione um interesse maior dos alunos pela química, ao considerar a sua curiosidade científica sobre os conteúdos curriculares da disciplina. Além disso, buscamos ampliar a possibilidade de compreensão dos fenômenos químicos, por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin, a qual trata a natureza dessa aprendizagem de forma dialética, ao considerar a necessidade de desenvolver uma ação que traz em si um conceito a ser aprendido, procurando superar a fragmentação das práticas pedagógicas que tratam os conteúdos e suas aplicações de maneira dissociada.

Partindo desse referencial teórico, a abordagem de ensino e aprendizagem proposta nesta pesquisa é construída considerando primeiramente o valor epistêmico da curiosidade científica do aluno para a aquisição de conceitos químicos e a partir desse pressuposto, investigar a aprendizagem dos estudantes com a curiosidade por meio da Teoria de Galperin. Buscamos também comparar a abordagem elaborada com outra já consagrada no ensino de ciências que é a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), do inglês-

Problem Based Learning-PBL. Assim, procuramos construir uma proposta de pesquisa, cujo foco principal é o trabalho com a curiosidade científica de estudantes secundários do Ensino Básico, sendo esta avaliada em função das suas características sócio-culturais, as quais estão inseridas na realidade em que vivem esses estudantes e que estrutura o contexto de ensino.

Vigotski (2008) enfatiza o papel estruturante das relações sociais na formação da consciência humana. Neste sentido, a aprendizagem científica deve estar intimamente ligada aos aspectos sociais da realidade na qual os alunos estão inseridos não apenas como uma referência contextualizadora que facilita o ato de aprender, mas como esta realidade e as relações sociais nela inseridas constituem o espaço do qual emergem a curiosidade, e por meio desta, os conceitos científicos. Consideramos que tal fato acontece não como um produto do puro idealismo humano, mas como fruto de uma apropriação histórica e cultural dos meios materiais e simbólicos da humanidade.

Assim, admitimos que a curiosidade é um produto intrínseco da leitura de mundo do aluno, que se manifesta nas suas relações sociais, que pode estruturar o pensamento do aluno e dessa forma ser tratada pelos aportes da Teoria Sócio-Histórica, e nesta se inclui a Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin, constituindo-se numa proposta de ensino de química para o Ensino Básico brasileiro.

Conjugado a este aspecto, quando esta leitura curiosa de mundo se constitui numa proposição estruturada, que representa um ato de conhecer, entender os fenômenos, características e funcionamento dos materiais, que se volta para um determinado conhecimento a ser apreendido, temos então, uma curiosidade epistemológica/científica, dotada de um conteúdo específico e que dessa forma pode fazer parte dos conteúdos curriculares da área de ciências da natureza.

A partir destas considerações, podemos afirmar que os estudantes ao aprenderem ciências por meio das suas curiosidades, realizam uma atividade de aprendizagem a partir do momento em que a curiosidade científica representa uma motivação, uma necessidade cognoscitiva de aprender dos estudantes. Os conhecimentos que os alunos pretendem adquirir constituem o motivo da aprendizagem e ao mesmo tempo intervém formando o objetivo desta atividade. Ao representar uma atividade, a curiosidade científica pode ser trabalhada por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin.

Vale ressaltar que a curiosidade dos alunos nesta tese não se insere no âmbito dos estudos psicológicos da motivação ou comportamento humano, embora faça referências a tais características.

Procura-se, dessa forma, dar uma contribuição no sentido de indicar caminhos para melhorar o interesse dos alunos pela química e considerar a curiosidade científica como uma referência motivadora a permear todo o processo de ensino e aprendizagem em ciências. Para isso, levantamos as seguintes questões de pesquisa sobre a relação entre o uso e o desenvolvimento da curiosidade científica dos alunos por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais:

- A curiosidade científica dos alunos é adequadamente respondida nos processos de generalização e consciência da aprendizagem de conceitos científicos, de acordo com a Teoria de Galperin?
- A Base Orientadora da Ação (BOA) do tipo IV, fornecida aos alunos, segundo a referida teoria, permite um tratamento pedagógico que os auxiliem a compreender os conceitos envolvidos nas suas curiosidades de forma dialética?
- Qual o aspecto da curiosidade científica a ser respondido pela abordagem proposta, quando comparado com a ABRP?

Dessa forma, defendemos a manutenção da curiosidade científica por todo o processo de ensino que foi desenvolvido com os alunos e também vislumbramos as possibilidades da formação de um “espírito científico”, sempre aberto ao questionamento e a investigação (BACHELARD, 1996).

Pretende-se então, avaliar uma abordagem de ensino de química que, partindo da curiosidade científica dos alunos sobre os conteúdos curriculares da disciplina, leve em consideração esse caráter motivador. Nossa hipótese é que as ações planejadas a partir da BOA traduzem a natureza epistemológica dos conceitos químicos, fazendo com os alunos, ao realizarem essas ações, internalizem os conceitos subjacentes às suas curiosidades científicas, promovendo um saber que de fato tem significado para o aluno. Esta constitui a abordagem de ensino a ser implementada.

O caráter inédito desta pesquisa reside no fato de que até então a curiosidade científica não tem sido trabalhada na perspectiva da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin. Esta pode constituir-se numa possibilidade epistemológica diferente, ao considerar que todo conceito traz em si um conjunto de ações que, ao serem desenvolvidas na realidade concreta, permitem uma compreensão não fragmentada entre o conceito e a sua aplicação. A curiosidade dos alunos torna-se assim, mais que um desejo de aprender, pois os alunos podem refletir sobre a sua curiosidade compreendendo-a na perspectiva da própria inserção do conceito, ou seja, da sua constituição à aplicação, através dos seus elementos estruturantes (circunstâncias, operações, estratégias de ação, objetivo, motivação). Isto pode proporcionar um entendimento maior da realidade, ao relacionar o conceito com os seus usos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Dessa forma, fica claro que a ação de conhecer é uma necessidade social do ser humano para guiar-se no mundo. A curiosidade científica, na perspectiva epistemológica de conhecer o objeto, contempla essa necessidade social do homem, não apenas dentro do campo da aprendizagem de conteúdos curriculares de ciências, mas também dentro da perspectiva ontológica do homem como um ser pensante (FREIRE, 1996).

Uma possibilidade bastante pertinente que o trabalho com a curiosidade parece indicar para as abordagens de ensino de ciências é o atendimento ao aspecto afetivo da aprendizagem. A curiosidade como interpretação da realidade é fruto da vivência dos alunos e neste esforço de interpretação os alunos criam sentimentos e emoções para com o conhecimento a ser aprendido. A curiosidade torna-se integrante da afetividade dos estudantes, uma vez que certas dificuldades podem ser superadas pelo interesse ou necessidade de aprender e isto pode proporcionar uma confiança maior nos estudantes sobre as suas próprias indagações e idéias. Alsop e Watts (2000) enfatizam que a afetividade influencia na aprendizagem de física. Tratar de temas de interesse dos alunos facilita a compreensão de conceitos de física, para os quais os alunos em demonstram pouca vontade de aprender.

Segundo Leon (2003) muitas das investigações educativas sobre o desempenho na leitura, por exemplo, esquecem de avaliar a relação que este desempenho tem com o interesse pela leitura. Da mesma forma o que acontece no ensino de ciências. As avaliações sobre o desempenho dos alunos certamente não conseguem avaliar o interesse dos alunos nos conteúdos científicos. Daí a importância da curiosidade como agregadora de sentimentos (interesses, paixões) importantes e influentes na aprendizagem em ciências.

Neste sentido do interesse pelos assuntos ou pelas atividades da ciência, podemos relacionar a curiosidade como pertencente ao campo das atitudes relacionadas com a ciência, as quais podem ser distinguidas como atitudes para a ciência e atitudes científicas. Segundo Gardner (1975a) *apud* Alonso e Manassero (1995), as atitudes para a ciência podem ser definidas como sendo disposições, tendências ou inclinações a responder aos principais elementos implicados na aprendizagem da ciência. Um destes elementos seria o interesse pelos conteúdos da ciência, que podem se tornar atrativos para os alunos por meio da curiosidade. Esta também pode corresponder a uma atitude científica a partir do momento que leve a uma investigação. Embora os autores se refiram a investigação científica do cientista, creio que a curiosidade pode proporcionar uma atitude científica para o ensino de ciência baseado nos princípios investigativos da ciência. Desta forma Alonso e Manassero (1995) concluem que as atitudes científicas possuem um caráter mais cognitivo que as atitudes para a ciência, que por sua vez possui um caráter mais afetivo e emocional.

Diante de todas essas possibilidades colocadas pela curiosidade científica e os aportes teóricos de Galperin, procuramos apontar no bojo teórico e metodológico da tese, as potencialidades da curiosidade científica para a aprendizagem escolar e como estas potencialidades podem ser desenvolvidas por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin. Uma destas potencialidades que podemos verificar a partir dessa conjugação é que a abordagem aponta para uma perspectiva de resolução de problemas e dessa forma pode ser comparada com a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, considerando a curiosidade científica como o problema a ser investigado pelos alunos. O trabalho com a ABRP foi desenvolvido com alunos do nono ano do Ensino Básico da Escola Ribeira de Neiva, área rural do Distrito de Braga-Portugal.

Considerando as potencialidades teóricas e metodológicas da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin, a sua articulação e integração que pode ser feita com as potencialidades da curiosidade científica dos alunos, e considerando que pelo o ineditismo da proposta, apontamos a necessidade de avaliá-la frente a outras abordagens de ensino como a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), apresentamos, a seguir, os objetivos desta tese.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

- Estudar, elaborar e avaliar uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos estudantes tendo por base a Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin..

1.1.2 Específicos

- Analisar a validade da Base Orientadora da Ação na resposta a curiosidade científica dos alunos
- Avaliar de modo qualitativo e quantitativo a abordagem construída;
- Vivenciar uma experiência de ensino de ciências com a ABRP;
- Comparar a abordagem desenvolvida com a ABRP;
- Validar a abordagem desenvolvida frente a ABRP.

Na comparação com a ABRP, a qual foi vivenciada num contexto diferente do nosso, reconhecemos as diferenças nos cenários de ensino existentes entre o Brasil e Portugal. Entretanto, na descrição destes cenários percebe-se que são diferentes, mas não são discrepantes, pois em ambas as situações são exigidas competências importantes como a representação correta dos conceitos por meio da linguagem científica e o uso da informação científica em diversas situações da ciência e tecnologia. Daí a comparação preocupar-se em focalizar as questões metodológicas das duas formas de ensinar química/ciências.

Como forma de organização geral, esta investigação é dividida em três grandes partes: a Parte I, que se refere ao estudo dos trabalhos teóricos e empíricos com a curiosidade científica e a Teoria de Galperin, a Parte II que traz o estudo teórico e empírico com a ABRP e a Parte III constitui uma conclusão geral sobre as duas abordagens de ensino.

CAPÍTULO 2

O ESTADO DA ARTE SOBRE A CURIOSIDADE CIENTÍFICA NO CAMPO DAS CIÊNCIAS HUMANAS

A curiosidade científica, no contexto educacional, é um elemento muito importante para aprendizagem, pois coloca os indivíduos mais abertos à aquisição de novos conhecimentos, tornando-se um bom caminho para o enfrentamento dos problemas do dia-a-dia na escola, quando o assunto é o interesse dos alunos para aprender (FREIRE, 1996). Muitas pesquisas desenvolvidas entre os anos de 1960 a 1980 procuraram focalizar principalmente os aspectos psicológicos e mensuráveis da curiosidade (LOEWENSTEIN, 1994). Neste sentido, Maw e Maw (1961) constataram que crianças com um alto nível de curiosidade lembravam por muito mais tempo o que aprendiam, quando comparadas com crianças menos curiosas. Outro exemplo foi a pesquisa de Vidler e Rawan (1974) realizada com universitários, que mostrou que o desenvolvimento da curiosidade epistêmica em ambiente acadêmico, favorece a aprendizagem e um melhor desempenho nas atividades escolares. Dessa forma, estas duas pesquisas são exemplos de esforços que buscavam realizar inferências considerando que a curiosidade científica pode ser um contributo direto, positivo e até exponencial para o desenvolvimento cognitivo e intelectual do aluno, a partir da avaliação de escalas que pudessem mensurar o grau de curiosidade dos estudantes.

A partir da década de 1980 até a primeira década deste século, as pesquisas com a curiosidade científica se ampliaram para outras áreas de interesse, nomeadamente o campo das escolhas se do desenvolvimento profissionais e a área de ensino de ciências.

Estudos realizados nos Estados Unidos e em Israel sobre as potencialidades da curiosidade de estudantes do Ensino Básico e Secundário mostram com clareza a importância da curiosidade e a sua adequação quando relacionada a conteúdos de ciências da natureza e sobre a atividade científica, com o objetivo de constituir-se num subsídio para orientar as escolhas profissionais dos estudantes (HOFSTEIN; BEN-ZVI; WELCH, 1981). O instrumento utilizado para a avaliação da curiosidade dos alunos se propôs a medir o nível de curiosidade relativo a temas de ciências e a relação com as escolhas profissionais em áreas científicas e não científicas. Como resultados, a pesquisa mostrou que os estudantes que escolhem as carreiras da área de ciências da natureza exibem altos níveis de curiosidade e os meninos israelitas têm uma curiosidade maior do que as meninas. A pesquisa não faz nenhuma relação ou possíveis inferências com aspectos sócio-culturais.

Reino Junior (1997) investigou a relevância da curiosidade para a aprendizagem e o desempenho de adultos no ambiente de trabalho, sugerindo que a curiosidade é uma componente importante a ser trabalhada com os adultos como forma de facilitar o processo de socialização deles no trabalho. Os autores comentam que nos nove primeiros meses no emprego, os adultos sentem a necessidade de adquirir informações sobre o novo emprego para ter um bom desempenho nas atividades e no relacionamento interpessoal. Tal fato é observado em todas as hierarquias.

Para situar a temática da curiosidade no âmbito dos processos de ensino e aprendizagem em ciências, algumas pesquisas trabalharam a curiosidade dos estudantes como uma premissa para o desenvolvimento de abordagens de ensino, as quais consideraram as suas potencialidades numa perspectiva cognitivista e behaviorista.

Muitas das investigações sobre curiosidade têm sido desenvolvidas com crianças e adolescentes em idade escolar, procurando atender a natureza da ciência e os métodos científicos (EDMUND, 1994), os conteúdos e a abordagem da ciência em sala de aula, para estimular a curiosidade dos alunos (YOUNG, 2004), bem como produzindo materiais didáticos para encorajar e desenvolver a curiosidade científica dos estudantes (ILLINOIS, 2003; CHALUFOUR e WORTH, 2003). Encontramos ainda sugestões como a introdução do estudo de conceitos científicos nos currículos da educação pré-escolar através da curiosidade das crianças (CONEZIO E FRENCH, 2002).

Há duas categorias que caracterizam atualmente o enfoque pedagógico sobre a curiosidade científica dos estudantes: os trabalhos que tratam a curiosidade de forma problematizadora e os que tratam de forma não problematizadora. Na primeira categoria podemos incluir os trabalhos de Heuser (2005) e Lucas et al (2005), tendo em vista a preocupação desses autores em planejar situações problemáticas de caráter qualitativo que gerem o interesse dos estudantes e que tenham um tratamento científico para as possíveis resoluções. Procura aprofundar os conhecimentos adquiridos pelos alunos em novas situações que retratem a tríade ciência, tecnologia e sociedade, conforme a defesa de um modelo de ensino/aprendizagem de ciências por investigação feita por Gil Perez (1993). Por outro lado, os trabalhos de Lynch e Zenchak (2002), McWilliams (1999), Edmund (1994); Conezio e French (2002), Chalufour e Worth (2003) e Illinois (2003), Maw e Maw (1961), Vidler e Rawan (1974), Hofstein, Ben-Zvi e Welch (1981), Young (2004) ressaltam a curiosidade dos alunos numa perspectiva não problematizadora ao considerá-la uma manifestação natural dos estudantes, que pode ser trabalhada de modo a provocar reações inesperadas, ser estimulada com

uso de materiais didáticos especialmente preparados ou proporcionar um ambiente para a exposição da curiosidade em sala de aula, o que se aproxima bastante do enfoque behaviorista, enfatizando as suas contribuições para um ensino de ciências por descoberta, centrada no método científico, buscando assim aproximar o ensino e aprendizagem de conceitos ao trabalho dos cientistas. Assim podemos definir uma abordagem problematizadora da curiosidade está inserida dentro do processo de ensino, interligando as dimensões que abrangem os conceitos (sociais, econômicas, políticas, culturais, ontológicas) investigando-as conforme os limites e possibilidades da própria curiosidade dessa forma amplia a aprendizagem dos alunos. Já uma abordagem não problematizadora centra-se em aspectos que se voltam muitas vezes para estímulos sensoriais, provocar a atenção do aluno, mas não está inserida num contexto mais amplo de ensino, não surge de uma leitura da realidade sócio-cultural do aluno. Muitas vezes está desvinculada deste contexto e busca apenas ensinar por meio do inesperado, do espetáculo não garantindo desta forma uma reflexão sobre o processo e a vivência social da construção de conceitos.

Lucas et al (2005) ressaltaram que o potencial científico de uma pergunta feita por uma criança, pode se tornar um guia para inseri-la no contexto da produção de conhecimento na escola e isso pode ser perdido se as questões formuladas pelas crianças não forem problematizadas de maneira a buscar evidências e provas que levem ao entendimento científico, separando a sua curiosidade de crenças do senso comum. Nesse sentido, a curiosidade seria formulada a partir de determinados contextos e intervenções pedagógicas que provocassem nas crianças a imaginação e a problematização dos fenômenos para explicá-los conforme as evidências suscitadas, as quais seriam comprovadas por meio da experimentação. Assim, a curiosidade é considerada uma questão genuína se apoiada em evidências e resolvida por meio da experimentação.

Heuser (2005) questionou se as aulas de ciências deveriam começar através de perguntas feitas pelos professores com questões já estabelecidas e um roteiro de investigação já pronto. Acreditava que a curiosidade científica das crianças pode ser mais desenvolvida, se fossem levadas a elaborar e responder as suas próprias perguntas, pois desde cedo se envolveriam em situações que de certa forma procurariam resolver. Numa perspectiva naturalista, o autor admitiu que a curiosidade faz parte do universo infantil e por essa razão o ensino de ciências nas séries iniciais deve privilegiar as perguntas das crianças e não dos professores. O autor defendeu a realização de oficinas de ciências em que as crianças possam realizar as suas próprias investigações de modo a facilitar o desenvolvimento de habilidades

importantes na aprendizagem científica, tais como a formulação de hipóteses mais consistentes, que pudessem guiar uma investigação em sala de aula. É o que a área de ensino de ciências pode chamar de um currículo baseado em problemas.

As oficinas foram organizadas no esquema geral: exploração, investigação e reflexão. Na exploração foram colocadas as curiosidades a partir de experiências práticas que fossem susceptíveis à investigação. Com base nas curiosidades das crianças, as investigações incluíram experimentos, coletas e formulação de novas questões que buscam orientar o trabalho prático. A reflexão foi realizada por meio de atividades que permitiram o alargamento da compreensão para outras situações e a discussão das idéias importantes geradas durante a oficina. A avaliação consistiu na compreensão das características observáveis do objeto de estudo ou dos fenômenos e na capacidade de generalização das crianças. Neste trabalho, também prevaleceu a idéia de curiosidade como uma fonte de evidência para o trabalho experimental, de modo a permitir o aprofundamento do conhecimento científico das crianças, por meio da problematização das suas curiosidades.

Lynch e Zenchak (2002) propuseram uma superação nas atividades que envolvem experimentos demonstrativos. Considerando que estas atividades pouco contribuem para o entendimento de conceitos científicos, os pesquisadores propuseram a realização de eventos discrepantes¹, cujos resultados provocassem uma mudança nas expectativas dos alunos. Nesse sentido a curiosidade é considerada uma idéia contra-intuitiva, ou seja, tem um desfecho inesperado. O experimento foi utilizado para excitar a curiosidade dos alunos e provocar o interesse deles na explicação do fenômeno. Como relatam os próprios autores: “O núcleo da nossa abordagem para um ensino de ciências investigativo é o uso do experimento demonstrativo, uma atividade estruturada que se inicia com um evento discrepante e requer o uso do método científico para explicar a observação contra-intuitiva” (LYNCH; ZENCHAK, 2002, p. 4). Dessa forma a curiosidade dos alunos foi trabalhada dentro da tradição positivista e behaviorista do ensino de ciências.

McWilliams (1999) desenvolveu um instrumento de avaliação, baseado na literatura sobre a temática curiosidade, que versava sobre os indicadores de comportamentos e ações que as crianças manifestavam e estavam relacionadas com a curiosidade e o encantamento. A partir de uma série de observações em sala de aula, a autora categorizou e quantificou as expressões das crianças e a ação dos professores em estimular e manter um ambiente curioso na sala de aula. Por exemplo, quando submetidos a uma situação desconhecida usam as expressões: “Como?” Por quê? O quê? e desta forma as crianças elaboram as suas questões

relativas à situação planejada pelo professor. Quando as crianças expressavam encantamento com inflexões na voz e no rosto estavam fazendo observações. Quando as crianças associavam algo conhecido com algo desconhecido evidenciado pelo uso de analogia, metáforas ou aproximações que geram dúvidas e erros elas estavam elaborando hipóteses. O professor quando fornecia oportunidades para questionar, realizar observações e coletas de dados estava preservando e estimulando a curiosidade e o encantamento nas crianças.

Embora o estudo não tenha chegado a uma validação do instrumento de observação, nem a uma avaliação sistemática da aprendizagem de conceitos científicos, constituiu uma ferramenta que forneceu muitos elementos para a análise da curiosidade, embora enfatizada na perspectiva behaviorista, tanto para o pesquisador interessado em avaliá-la nas aulas de ciências, como para o professor considerar certas atitudes e atividades como adequadas e relacionadas ao encantamento e a curiosidade das crianças.

Muitos destes estudos também buscavam por meio das curiosidades dos alunos, desenvolverem abordagens de ensino de ciências numa perspectiva cognitivista e behaviorista, considerando-a como uma manifestação espontânea da criança, a qual dirige a sua atenção e interesse para estímulos relacionados aos conteúdos de ciências, o que em muitas situações da prática pedagógica do professor poderia caracterizar um ensino por descoberta, bastante criticado por quem defende um ensino de ciências em que as questões e científicas sejam problematizados pelo processo de construção humana das ciências, com seus embates, as suas dúvidas, incertezas, aproximações que em muito subsidiou o desenvolvimento da área Didática das Ciências Experimentais.

Gil Perez (1993) também defende uma formação científica que possa familiarizar os estudantes com os fundamentos e os métodos da ciência, que aproxime o aluno do trabalho não só do trabalho experimental da ciência, mas do processo de construção de uma idéia científica que envolve não só o experimento e a descoberta, mas também o embate da discussão de resultados e o uso sócio-político-econômico destes resultados, que possam subsidiar a formação básica de qualquer cidadão. Dessa forma, o autor mostra as diversas concepções errôneas que podem ser transmitidas de forma explícita ou implícita pelo modelo de ensino por descoberta e pela ênfase exagerada no método científico.

Embora possamos fazer uma distinção entre as pesquisas que procuram problematizar a curiosidade e aquelas que não a problematizam, no que concernem os métodos de ensino e o trabalho pedagógico do professor, todas as pesquisas estudadas enfatizam os aspectos

cognitivos da aprendizagem de ciências como o único caminho plausível para a estruturação de um pensamento coerente com os conceitos científicos e com o trabalho da ciência e seus pares. Neste sentido Custódio, Pietrocola e Cruz (2005) apontam as limitações da abordagem cognitivista nas pesquisas em ensino de ciências, tendo em vista que as situações conflituosas, base psicológica desta abordagem, não garantem a passagem das idéias prévias dos alunos para o pensamento científico, nem tão pouco o trabalho pedagógico com uma contra idéia é garantia de mudança conceitual.

Considerando este levantamento bibliográfico realizado sobre as pesquisas com a curiosidade na área do ensino de ciências, esta tese pretende trabalhar na linha da problematização da curiosidade de jovens estudantes nas escolas do Ensino Básico. Entretanto nosso enfoque é a curiosidade científica dos estudantes trabalhada como um elemento de construção sócio-histórico-cultural, como um meio de apropriação da idéia científica e uma forma de promover, por meio das relações sociais, o desenvolvimento humano. Assim, consideramos bastante pertinente este enfoque, pois como a curiosidade dos estudantes se mostra com múltiplas dimensões, estas devem ser analisadas por meio de uma abordagem teórica abrangente, dialética, que trata os componentes da curiosidade dos alunos como uma estrutura cognitiva indissociada, ou seja, o conceito e a aplicação desse conceito (ação) formam um par dialético que orienta a aprendizagem dos estudantes na busca da solução de problemas. Depreende-se então que uma curiosidade se configura numa atividade externa do aluno, uma leitura de mundo feita pelo estudante que se expressa como uma pergunta e para ser entendida de forma sistematizada e permanente, necessita ser internalizada. A **Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas proposta por Piotr Galperin** trata exatamente desse processo de internalização e conseqüente formação de conceitos.

CAPÍTULO 3

AS NUANCES DA CURIOSIDADE CIENTÍFICA

Neste capítulo, vamos apresentar e discutir a curiosidade como característica humana e a curiosidade científica como um campo de saber epistêmico, discutir os trabalhos na área de ensino de ciências realizados com a temática e estabelecer as suas relações com o enfoque sócio-histórico da aprendizagem, no qual se situa a Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin. Além disso, será mostrado a diferença que a pesquisa com a curiosidade científica desenvolve nesta tese em relação a outras abordagens dentro da pesquisa no ensino de ciências, como os trabalhos com “as perguntas em sala de aula”, a Resolução de Problemas (RP) e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

Segundo Assmann (2004), ao longo de toda a história da humanidade a curiosidade sempre esteve presente impelindo o ser humano à busca pelo saber e saber fazer. Na antiguidade, gregos e romanos já se aventuravam pelo desconhecido e pela vontade de abrir novos horizontes, produzindo assim a filosofia, a astronomia e a geometria.

Na Idade Média, a curiosidade foi reprimida com fortes contribuições da Igreja Católica que ainda reforçava uma visão negativa da curiosidade. Nesta época, ainda refletia-se o pensamento de Santo Agostinho (354-430 d.C.) que considerava “o “ver” humano como a perversão da natureza humana pelo pecado original” (ASSMANN, 2004, p.75).

A própria educação tradicional familiar tem a curiosidade das crianças como uma característica negativa, muitas vezes suprimida, negada ou desestimulada, chegando até a punir as crianças.

As expressões positivas da curiosidade científica foram ganhando terreno na Modernidade e sua visão negativa foi sendo superada pela valorização do seu papel cognitivo (DEUS, 1986). Através da curiosidade, o ser humano passou a manifestar suas inquietações diante do mundo e a necessidade de compreendê-lo melhor. Por meio dela, expressa seus interesses, busca novos conhecimentos, reelabora o pensamento e constrói novos significados (SANTOS et al, 2010).

Talvez não seja exagero dizer que o desenvolvimento industrial, a criação de máquinas e equipamentos que impulsionou a economia da Europa no século XIX durante a Revolução Industrial, tenha sido fruto também da curiosidade de pessoas que viam naquele período efervescente a oportunidade de materializá-la, obviamente facilitada pelo ambiente social, político e econômico presente na Inglaterra naquela época.

O desejo do homem de querer saber mais o conduz a pensar e perguntar. Freire e Faudez (1985) dizem que o perguntar é fundamental para a formação do ser humano, e que a pergunta, como parte do existir humano está vinculada a curiosidade. Neste sentido, a curiosidade parece ajudar na característica ontológica do ser humano, a sua essência e vocação para ser mais, o que colabora também para a formação da sua autonomia.

Questionar e ser questionado são fundamentais no processo de aprendizagem, pois ativa o raciocínio e estimula o desenvolvimento de diferentes atitudes como pesquisar e comunicar. A infinidade de perguntas realizadas pelas crianças expressa tentativas inteligentes de lidar com o novo, com os problemas, dúvidas e conflitos. Como afirmam Freire e Faudez (1985, p. 52): “Uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais e existenciais. É o próprio conhecimento.”

3.1 A curiosidade científica como pergunta

A pergunta traz o estudante para o centro do processo de produção de conhecimento na sala de aula, orientando o seu próprio pensamento. Por outro lado, também permite uma auto-avaliação do professor no sentido de que indica os caminhos que pode tomar no desenvolvimento do seu conteúdo, estabelecendo também relações com outros conteúdos, embora seja uma situação ainda pouco explorada pelos alunos e até pouco permitida ou utilizada por muitos professores.

Sobre as perguntas em sala de aula, o seu conteúdo, como se manifesta, a frequência, duração, entre tantas outras variáveis, Neri de Souza (2006) realizou uma extensa revisão da literatura sobre trabalhos que tratavam a pergunta no campo do ensino de ciências. O intuito de trazer esta revisão neste tópico é apresentar os diversos aspectos teórico-metodológicos em que a pergunta foi investigada, procurando diferenciá-la dos aspectos em que a curiosidade científica é investigada nesta tese, em que se ressaltam os seus aspectos sociais.

Nesta revisão da literatura, Neri de Souza (2006) classificou as pesquisas com a pergunta de acordo com o nível, área escolar, definições, classificações e abordagens sobre as perguntas, estratégias, instrumentos e contextos usados. O caráter eminentemente analítico da pesquisa procurou ressaltar a quantidade de perguntas realizadas pelos alunos, o conteúdo destas perguntas, a forma de abordagem dos professores ao solicitar perguntas aos seus alunos, o enquadramento cognitivo, a reação dos alunos quando solicitados a fazer perguntas,

dentre outras categorias. Um dos resultados apontados pela revisão foi que os estudos atualmente estão centrados na pergunta dos alunos. No intuito de definir um padrão de questionamento, o que também está presentes nas pesquisas com a temática, o autor não fugiu ao paradigma dominante nesta área e também buscou seguir na sua própria investigação a tendência de classificar as perguntas conforme o seu nível cognitivo (NERI DE SOUZA, 2006).

Em contraste com a pesquisa acima referenciada, procuramos de certa forma, uma alternativa ao paradigma dominante sobre a pergunta na sala de aula, a partir das considerações que fazemos sobre a curiosidade. Procuramos dimensioná-la para além de uma investigação que busca definir ou mensurar o grau cognitivo da curiosidade ou as exigências didáticas e ambientais para a sua efetivação. Portanto, a curiosidade científica, como uma pergunta, não revela apenas um nível cognitivo, mas apresenta-se com nuances que a moldam com outros significados igualmente promissores para os processos de ensino e aprendizagem em ciências.

A curiosidade como pergunta também tem sido objeto de estudo do grupo do professor Eduardo Mortimer da UFMG. Os estudos desse grupo partem do pressuposto de que o aluno exerce um papel ativo nos processos de discurso em sala de aula e neste contexto a pergunta goza de um status epistemológico bastante explorado, uma vez que através da pergunta pode ser promovida a interação entre o professor e os colegas e neste processo a construção de significados. Uma das linhas de pesquisa do grupo é a análise de interações discursivas nas aulas de ciências iniciadas por perguntas dos estudantes. O interesse nestes eventos é ressaltado pelo potencial conflitivo que as perguntas podem ostentar. Neste sentido, o grupo de pesquisa busca responder: Quais são as contribuições que as perguntas dos alunos fazem para a construção de sentido na sala de aula de ciência? e Como essas perguntas influenciam e modificam os conteúdos e a estrutura do discurso na sala de aula? O trabalho desenvolvido pelo grupo evidencia a importância da pergunta em sala de aula, pois:

“Formulando perguntas os estudantes parecem estar procurando ligar novos conceitos e idéias de ciência com seus próprios interesses, experiências e conhecimentos. Focalizar o questionamento em detrimento das respostas é uma forma de desenvolver uma compreensão da natureza da ciência e do pensar científico.” (AGUIAR JUNIOR, MORTIMER, SCOTT , 2006, p.12).

Os trabalhos de pesquisa com as perguntas na área de ensino de ciências se desenvolvem através de dois enfoques principais: a Resolução de Problemas (RP) e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Ambas buscam ensinar ciências através de um recurso fundamental à compreensão dos fenômenos que é a pergunta, a capacidade humana de questionar o mundo. De acordo com Vasconcelos et al (2007) e Leite e Afonso (2001) do ponto de vista curricular, as abordagens procuram atender primordialmente a construção de conceitos e o desenvolvimento de competências que os cidadãos devem mobilizar quando enfrentam problemas no seu cotidiano, tais como: seleção, coleta e interpretação de informações, bem como a capacidade de comunicá-las; planejar e formular estratégias de investigação a partir de dados primários ou secundários; usar de forma correta e consciente as propriedades das substâncias químicas, a fim de evitar contaminações acidentais; buscar ou criar alternativas à obtenção de energia a partir de fontes naturais, dentre outras capacidades.

Por outro lado, encontramos diferenças teóricas e metodológicas nas pesquisas com a RP e a ABRP. Enquanto a primeira está voltada, de uma forma geral, para a caracterização da estrutura enunciativa e conseqüentemente das possibilidades de contextualização dos fatos ou fenômenos, ou mesmo da explicitação de atividades que ajudem na resolução dos problemas, dentre outros critérios analisados pelas pesquisas com a temática (Vasconcelos et al, 2007) a ABRP procura enfatizar a dinâmica processual da resolução de problemas, desde a elaboração a partir de situações problemáticas, que podem ser colocadas para os alunos sob diversos meios e formatos, até a avaliação individual e coletiva de todos os passos do processo. A dinâmica da ABRP na resolução da curiosidade dos alunos será tratada no capítulo 9.

Apontamos assim, as diversas possibilidades de trabalhar a curiosidade dos alunos como uma pergunta nas aulas de ciências a partir das pesquisas na área.

2.2 A curiosidade como diálogo

Freire (1996) coloca a curiosidade como uma ferramenta importante para o professor exercer o diálogo em sala de aula. O autor enfatiza tal importância no sentido de que a curiosidade está sempre aberta ao desconhecido, quer sempre conhecer, está sempre disposta ao diálogo. Cabe ao professor permitir um ambiente em que seja possível a exposição da curiosidade por parte do aluno sem autoritarismos ou excessos de licenciosidades. A característica dialógica da curiosidade é compartilhada também por Bachelard (1996) ao

defender que o conhecimento é sempre resposta a uma pergunta e nesse sentido o diálogo é estabelecido na construção do conhecimento.

Freire (1996) coloca os saberes do senso comum dentro de uma categoria chamada por ele de “*curiosidade ingênua*” no sentido de dizer que aqueles saberes ainda não ganharam elementos críticos da realidade que encerra, ou seja, ainda não fazem uma leitura para além dos fatos imediatos, não conseguem pautar-se pela explicação no conhecimento crítico a respeito dos fatos evidenciados. No entanto, se pensarmos nas características da curiosidade que crianças e adolescentes expõem na sala de aula relativos aos conceitos científicos, podemos perceber que esta curiosidade vai um pouco mais além do que Freire classificaria como ingênua. Um professor atento, sensível e afetuoso para com a curiosidade dos seus alunos, perceberia que esta já traz algumas considerações que indicam relações importantes para o entendimento do fenômeno que o conceito expressa, as quais podem ser melhores examinadas por meio do diálogo entre professores e alunos. Por exemplo, podemos explicitar uma situação em que a curiosidade é componente de um diálogo entre pai e filha. Certa vez, estava explicando para a minha filha de seis anos, como se dá o processo de produção de oxigênio por parte das plantas e como a luz solar é uma fonte de energia primordial nesse processo. Então ela me perguntou:

— *“se o sol é importante por que a gente respira de noite?”.*

É uma curiosidade muito interessante, pois foi necessário ir além das explicações tradicionais sobre a reação “*fotossíntese*” e permitiu explicar sobre a questão da saturação do ar atmosférico pelo oxigênio:

-“Como a atividade das plantas durante o dia é intensa, há uma produção muito grande de oxigênio, e por essa razão o ar fica saturado. Como as plantas sem a luz solar não produzem oxigênio, não sentimos a falta deste gás à noite, pois o seu excesso no ar garante o nosso suprimento até os primeiros raios da manhã, quando o ciclo se reinicia.”

Percebe-se dessa forma o quanto a curiosidade consegue produzir um questionamento que congrega relações importantes e significativas para o entendimento do fenômeno e que de alguma forma procura por respostas e esclarecimentos.

Isto parece ser um caminho bastante viável para que possamos atender as demandas crescentes de saber. A cada dia o homem tem aprimorado sua capacidade de conhecer, aperfeiçoando seus métodos de aproximação aos objetos do conhecimento para melhor compreendê-los. A curiosidade científica busca preencher uma das características

fundamentais nessa busca permanente que o homem desencadeia pelo saber, o que lhe possibilita a compreensão e a transformação de sua própria existência, impulsionando-o a superar os limites do que está posto, criando um terreno fecundo para a produção do conhecimento. Neste sentido, chegamos ao aspecto que constitui e que a denomina curiosidade científica/epistemológica como um exercício de conhecer o objeto.

3.3 O conceito de curiosidade científica

Muitas de nossas idéias e perguntas podem originar estudos científicos. Pietrocola (2006) comenta que a capacidade de produzir idéias para explicar o mundo vem garantindo a nossa sobrevivência. De fato, essa curiosidade que leva o homem a questionar o mundo e os fenômenos que o rodeiam, impelindo-o a uma busca pelo saber, vem desenvolvendo ao longo do tempo o conhecimento e é o que podemos chamar de curiosidade epistemológica, epistêmica ou científica.

A curiosidade epistêmica, de acordo com Schmitt e Lahroodi (2008) representa um estado de prontidão para conhecer o objeto, um desejo original de saber. Conecta-se com a atenção, pois na curiosidade nós atentamos para o objeto no intuito maior de conhecê-lo, no desejo de saber sobre algo, ou seja, é o objeto de desejo do conhecimento. Assim, pela curiosidade, o desejo de conhecer surge não apenas pelo seu valor motivacional, mas porque coloca os indivíduos em estado de atenção. Ao mesmo tempo a curiosidade, sustentada pelo desejo de conhecer, garante o estado de atenção para com o objeto. Citando o exemplo da caixa de Pandora, os autores, Schmitt e Lahroodi (2008) por outro lado, descrevem as diversas situações em que a curiosidade pode se manifestar sem necessariamente ter um desejo de conhecer, no sentido de adquirir conhecimento. Assim, Pandora poderia querer abrir a caixa simplesmente para experimentar esse ato, para saber o que tem dentro da caixa (o significado do seu conteúdo), ou simplesmente ver o conteúdo do interior da caixa. Então, podemos salientar que a curiosidade como o desejo de conhecer o objeto pode ser diferente do desejo de viver a experiência do objeto (no sentido de experimentá-lo). Por outro lado o desejo de conhecer o objeto está muitas vezes associado com a curiosidade de experimentar o objeto, no sentido de satisfazer o desejo cognitivo de manter contato com a realidade na qual tal objeto está inserido.

É importante salientar que esse desejo de conhecer não deve ser confundido com uma mera experimentação de sensações ou vivências sem atentar ou refletir sobre as características

ou condições em que se encontram o objeto. Dessa forma, podemos afirmar que a curiosidade epistêmica se relaciona com o aspecto da curiosidade que trata de elucidar uma informação específica sobre o objeto, que proporcione uma satisfação ou possa revelar outras nuances do objeto e não apenas conhecer algo em geral. Podemos dizer também que a curiosidade representa “um desejo motivacionalmente original de conhecer sobre um determinado assunto, o que exige uma atenção para com este assunto” (SCHMITT; LAHROODI, 2008, p.128).

Mas a curiosidade exige mais do que isso, pois podemos ter uma situação em que somos atraídos para o objeto de estudo, guiados por um desejo original de conhecer e não sermos curiosos. Neste caso, a curiosidade epistêmica requer uma relação causal entre a atenção e a vontade de conhecer o tema, ou seja, a atenção deve dar lugar ao desejo de conhecer de modo que possamos nos manter atraídos para o tema e isso constitui a parte mais importante para impulsionar a investigação. Um exemplo disso é um barulho, que pode chamar a nossa atenção e causar um desejo motivacional de saber sobre a sua origem, mas não há uma curiosidade epistêmica neste caso a menos que o desejo de conhecer sustente a nossa atenção.

Nesse sentido, a curiosidade epistêmica é fundamental e determinante na “junção” de certa quantidade de conteúdo, coerência e poder explicativo, os quais se relacionam com aspectos do conhecimento científico, conduzindo-nos para investigar sobre certos assuntos que nos interessam e a partir destes podem nos levar a outros tópicos relacionados ou não.

A curiosidade científica facilita a aquisição de conhecimentos e representa um meio para a incorporação de novos elementos subjetivos importantes ao desenvolvimento cognitivo dos alunos como o interesse, percepção, afeto e atenção.

Torna-se ainda capaz de dar certa “especialização” aos conhecimentos considerados por nós como importantes, envolvendo não só interesses práticos como interesses epistêmicos. Nesse sentido, Reino Junior (1997) associa o valor epistêmico da curiosidade a habilidades práticas que os trabalhadores podem desenvolver dentro das organizações, contribuindo para uma maior e melhor produtividade.

O valor epistêmico da curiosidade se opõe a características que podemos dizer instrumentais, práticas e até superficiais sob os quais alguns parâmetros se sustentam para delimitá-la. A curiosidade congrega o seu valor epistêmico muito além de ser incentivadora da atenção dos alunos, ou que pode ser estimulada através de experimentos demonstrativos,

atividades lúdicas, que na prática escolar normalmente não encontram um trabalho subsequente e persistente, que considere o seu valor epistemológico e de fato contribua para a aquisição de conhecimentos por parte de jovens e crianças, o que acaba provocando a perda de suas características epistêmicas e até o interesse dos estudantes.

Até aqui a curiosidade científica tem sido caracterizada nos seus aspectos contingenciais e normativos. Nem todas as manifestações de interesse se caracterizam como uma curiosidade que levem a um conhecimento cientificamente configurado e neste caso estamos falando do seu caráter normativo. Nem a todo foco em determinados fenômenos podem suceder outras curiosidades, o que neste caso revela o seu caráter contingencial. Nesse sentido, os autores Schmitt e Lahroodi (2008), descrevem algumas características importantes da curiosidade que lhe conferem grande valor epistêmico. Uma dessas características é a tenacidade, que representa o caráter contingencial da curiosidade. Por exemplo, podemos querer saber se o ouro se dissolve em água régia e tal interesse pode fazer com que busquemos saber também se a prata se dissolve na mesma solução. Portanto, esta tenacidade se refere ao conhecimento que pode estar direta ou indiretamente relacionado com o objeto em questão, ou pelo menos do qual se espera alguma relação. Podemos dizer então que a tenacidade caracteriza o valor epistêmico da curiosidade, mostrando-se extremamente importante no contexto da investigação científica, pois pode mostrar conhecimentos relacionados ao assunto para o qual curiosidade deseja ser satisfeita. A segunda característica é de certa forma tendenciosa em favor de tópicos em que já temos um interesse prático ou epistêmico. Isto tem um efeito semelhante à tenacidade, de aprofundar o conhecimento sobre temas de nosso interesse. A terceira característica pode ser chamada de despretenciosa, pois procura fixar a nossa atenção em objetos que muitas vezes não temos interesse prévio, mas que pode ampliar o nosso conhecimento.

Schmitt e Lahroodi (2008) relacionam o valor epistêmico da curiosidade ao nível do desenvolvimento intelectual da criança proposto por Dewey (1985). Neste nível, a curiosidade de fato se estabelece como um desejo de conhecimento, fornecendo mais estímulos para a investigação. Talvez nesta fase a tenacidade da curiosidade já esteja presente na criança deixando-a questionar sobre assuntos do seu interesse e ajudando a promover o seu desenvolvimento cognitivo. Por essa razão é importante aprofundarmos a potencialidade da curiosidade científica no aprendizado das ciências e no caso específico desta tese a aprendizagem em química no Ensino Básico.

3.4 A curiosidade científica no ensino de ciências

Trazendo essas características e potencialidades sociais, cognitivas, epistemológicas e educativas da curiosidade para a disciplina de química, faz-se imperioso dar um tratamento adequado à curiosidade, uma vez que pode se constituir num referencial importantíssimo para o trabalho do professor. Muitas são as queixas dos alunos em relação a esta disciplina, pois é tratada de forma desvinculada de qualquer sentido e significado para os alunos. Por exemplo, recentemente a minha filha pediu para ajudá-la numa tarefa de química geral, que pedia para calcular a densidade de uma liga metálica. Em vinte e três anos de trabalho com a química nunca precisei saber a densidade de uma liga metálica. No entanto, lido com as ligas metálicas cotidianamente. A minha filha não conhecia nenhuma propriedade das ligas metálicas que pudesse lhe ajudar a compreender os objetos metálicos a sua volta, nem tão pouco a sua importância no desenvolvimento de uma infinidade de materiais extremamente úteis à vida moderna. Neste ensino cristalizado de certezas não vislumbramos o domínio necessário à compreensão das características essenciais dos objetos, o uso da informação científica relevante para compreender como as substâncias manifestam as suas propriedades e como podemos utilizá-las da melhor forma possível ou até mesmo como investigar novas propriedades. Este talvez seja um dos grandes problemas do ensino de química.

Do ponto de vista da pesquisa científica sobre estas potencialidades da curiosidade é importante apresentar e discutir alguns trabalhos que procuraram investigá-la em diversos meios educativos, especificamente à maneira como aparece na sala de aula, como o professor trata essa curiosidade.

Uma das questões que a curiosidade em sala de aula suscita são os aspectos afetivos da aprendizagem, os quais procuram responder as demandas que os alunos têm para querer conhecer melhor os fenômenos. Atentar para a curiosidade dos estudantes revela atenção ao seu desejo legítimo de conhecer. Dessa forma, esta tese considera a curiosidade científica exposta em sala de aula como um elemento pedagógico para responder os interesses dos estudantes pela química.

Já é aceito por muito professores e estudantes a dificuldade para se estudar qualquer assunto sobre o qual se tem pouco interesse e a química se insere neste contexto. Mesmo com o advento das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em sala de aula, que procuram aproximar os conhecimentos químicos ao contexto da sua produção facilitando assim a

aprendizagem, o interesse pela disciplina de química permanece restrito aos alunos que terão esta disciplina como peso nos exames vestibulares.

Um estudo realizado com alunos do Ensino Básico e Médio de escolas pública e privada do Rio de Janeiro apontou as razões para os alunos não se interessarem pela disciplina de química, relacionando este desinteresse à forma como a disciplina é ensinada (CARDOSO; COLINVAUX, 2000). Para estes estudantes há uma quantidade excessiva de assunto a serem estudados, uma ênfase na memorização, além de temas que são tratados de forma muito abstrata e superficial. As autoras afirmam que tanto para a motivação quanto para a desmotivação demonstrada no ensino de química, estão basicamente associadas à presença de três fatores: necessidade/não necessidade; facilidade/dificuldade, e teoria/prática (forma como é apresentada). Assim, esses pares formam os fatores que estimulam e motivam o aluno a estudar química.

O valor epistêmico da curiosidade apresentado por Schimitt e Lahroodi (2008) pode responder a esta falta de motivação do aluno para com a disciplina de química, uma vez que revela uma necessidade de conhecer, foca a atenção do aluno num aspecto relevante do conhecimento, sugere novas aprendizagens a partir de outras já consolidadas e associa interesses práticos ao aprendizado conceitual, conjugando adequadamente teoria/prática.

Dadas as nuances da curiosidade apresentadas neste estudo, o que nos interessa e constitui o nosso objeto de investigação são as potencialidades e valores pedagógicos da curiosidade enquanto um contributo epistêmico para o ensino de ciências, especialmente o ensino de química, inseridos no contexto sócio-histórico de produção do conhecimento. Dessa forma, além de trazer e ser dotada de um caráter epistêmico bastante valioso para o ensino, a curiosidade científica pode ser considerada e desenvolvida enquanto uma leitura de mundo, um construto social presente na realidade do aluno e trabalhada dentro da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin. Apesar de considerar o valor epistêmico da curiosidade como central para o desenvolvimento dos processos de formação de conceito por meio da Teoria de Galperin, não estou negligenciando ou isolando as outras dimensões da curiosidade como a dimensão afetiva, cognitiva, ou mesmo o aspecto psicológico, propositivo e afirmativo que a curiosidade tem de ir a busca do conhecimento. Ao procurar trabalhar o valor pedagógico da curiosidade científica dos alunos, desejamos propor abordagens de ensino que se configurem de forma abrangente, tomando a curiosidade em seus vários aspectos como já justificados.

Os aportes teóricos da psicologia soviética se destinam nesta tese a fundamentar o processo de construção de estratégias de ensino que visam a aprendizagem de conceitos químicos. A curiosidade científica é um elemento que move os estudantes para a realização de uma atividade de aprendizagem que se expressa no contexto social de sua produção e a este se destina. Trata-se de um pensamento fruto da leitura social de estudantes frente ao mundo em que vive e que deve ser compreendido de maneira ampla em que o aluno perceba as diversas relações existentes na realidade objetiva que expressa. Assim é importante destacar algumas diretrizes do enfoque sócio-histórico como um cenário teórico no qual está inserido o nosso objeto de estudo.

3.5 Os domínios da curiosidade científica

De acordo com Assmann (2004) não há um conceito único para a curiosidade, dada a sua polissemia. É mais coerente apresentá-la como diversas possibilidades de interpretar e questionar o mundo. Assim, nesta tese, sinalizam-se os diversos domínios da curiosidade científica (figura 1), mas busca-se ressaltar o seu valor epistêmico e social para aprendizagem de conceitos. Neste caso é possível caracterizar e delimitar muito bem a curiosidade epistêmica ou científica, como um questionamento pedagogicamente valioso para o ensino de química.

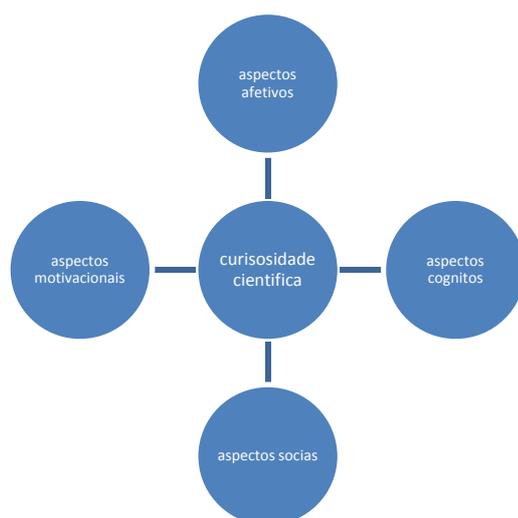


Figura 1. Os domínios da curiosidade científica

Na figura 1 temos a demonstração de quatro aspectos aqui considerados importantes para a possibilidade de concretização da aprendizagem de conceitos a partir da curiosidade científica. Temos então os aspectos motivacionais que abrigam o interesse pela informação, a princípio desconhecida, mas que precisa ser compreendida para que ocorra uma aprendizagem. Ao mesmo tempo o interesse no fato ou fenômeno suscita a seleção, interpretação, crítica e análise de situações e dos conceitos e dessa forma se ligam ao domínio cognitivo da curiosidade.

A curiosidade do aluno também traduz a sua relação com o conhecimento, que diz respeito a uma construção muito própria sua e que encerra aspectos afetivos, ao compreendermos esta construção como um valor que o aluno cultiva para o qual o professor pode tornar-se atencioso e solidário. Este valor por sua vez nasce da vivência das situações sociais pelas quais passam os estudantes. Leon (2003) ressalta justamente a vivência de tais das situações que expressam dúvidas e curiosidades que são significativas para interligar os seus aspectos cognitivos e afetivos da aprendizagem. Dessa forma, a curiosidade científica também compreende o domínio dos aspectos sociais se a considerarmos como uma leitura de mundo que os estudantes fazem e das explicações que buscam na família, escola, amigos e comunidade.

Portanto, estes aspectos mostram a extensão ou domínio da curiosidade científica. Claro que estes aspectos não são apenas domínios em si, mas que podem crescer, criar novas extensões, mostrar outras possibilidades de compreensão da natureza dos objetos de conhecimento da ciência à medida que sejam trabalhados na relação professor/aluno, na definição dos conteúdos e dos objetivos de ensino, no desenvolvimento de novas metodologias de ensino e até como referência para a avaliação das aprendizagens. Ou seja, apontam para o seu desenvolvimento pedagógico. Dessa forma, poderíamos construir, por meio das práticas de ensino, um campo pedagógico rico e cheio de possibilidades para o ensino de ciências a partir da curiosidade científica dos alunos, atendendo a vários aspectos da aprendizagem científica, como aponta Leon (2003, p.147):

“... é importante revisar nossas próprias atitudes ao investigar e produzir novas sínteses de conhecimento. A investigação educativa, de um modo geral, divide ou exclui uns ou outros processos em seu desenho e realização, quando na verdade deveria considerar que o aluno que aprende e se desenvolve funciona como um todo”.

Uma dessas possibilidades para atender esta indicação de Leon (2003) é trabalhar a curiosidade como visão de mundo, um construto social, a partir do enfoque sócio-histórico da aprendizagem, pois revela a possibilidade de conjugação de aspectos afetivos e cognitivos da aprendizagem.

3.6 A curiosidade como visão de mundo: o enfoque sócio-histórico da aprendizagem

A psicologia soviética serviu de base para a realização de inúmeros estudos sobre o desenvolvimento humano, tendo como principais referências as idéias marxistas de sociedade. As relações que se estabelecem dentro das sociedades são determinantes para a organização e funcionamento do psiquismo humano, o que foi discutido por diversos autores como Vygotsky, Leontiev, Elkonin, Davidov, Luria, Galperin. Segundo as idéias dessa escola, a formação das capacidades mentais superiores (raciocínio, linguagem, abstração, comportamento intencional, etc.) se estruturam e se desenvolvem a partir das relações sociais, fazendo com que o humano crie, desenvolva, intervenha, mude a sua própria história. Toda essa atividade humana é intencional e acontece a partir da apropriação da cultura, a qual se torna o principal objeto de conhecimento e desenvolvimento desse processo. Esse domínio da cultura só é possível por meio da construção e utilização de instrumentos e signos que fazem com que o sujeito crie um pensamento sobre o objeto de sua atividade.

O principal expoente desta escola é Vigostsky. Ele procurou estabelecer uma teoria do desenvolvimento das funções psicológico superiores como o pensamento verbal, memória lógica, formação de conceitos, atenção voluntária, vontade, etc. As concepções teóricas e metodológicas sobre tais conceitos são profundamente diferentes em relação ao pensamento ocidental, tendo em vista a necessidade de atender as demandas de uma Rússia socialista.

O enfoque sócio-histórico da aprendizagem busca estabelecer nas relações sociais os fatores intervenientes ao processo de ensino e aprendizagem. Neste processo, o sujeito orienta-se pelas características essenciais do objeto, as quais foram desenvolvidas pela ação humana, que transforma o objeto segundo as suas próprias necessidades. Dessa forma o pensamento adquire um caráter histórico, pois não é imutável e constante, muda ao longo do tempo conforme o sujeito interage com o seu meio cultural, produzindo conhecimento, processos, instrumentos e a própria cultura (MESHCHERYAKOV, 2006).

Segundo Facci (2004), as formas superiores de pensamento são um produto do desenvolvimento histórico da humanidade, que por sua vez é fruto das relações entre os

homens. Citando Davidov, a autora comenta que há uma primazia do social sobre o biológico quando o assunto é o humano, pois a formação do pensamento e de outras funções é determinada pelos processos de apropriação das formas históricas e sociais da cultura.

De acordo com Vigotski (2001) a formação de conceitos constitui um processo em que a linguagem, como ferramenta cultural humana, desempenha um papel fundamental. O autor considera importante que este processo seja compreendido como um processo de desenvolvimento em que a criança, através da interação com os adultos, usa desde cedo palavras autênticas que ganham significados cada vez mais diferenciados à medida que a criança cresce. Isto é resultante de novas combinações e novas sínteses que a criança realiza, dando sentido funcional à linguagem. Dessa forma, o meio sócio-cultural da criança constitui um espaço privilegiado de formação de conceitos. Sendo a curiosidade uma leitura resultante deste meio, cabe então entendê-la como um esforço de compreender os conceitos que tentam explicar os fenômenos ou problemas que surgem deste espaço de interações. Assim, entendemos que a curiosidade tem raízes no mundo dos objetos materiais ou materializados e busca, pelo questionamento, estabelecer uma relação viva com esta realidade. Para a sua compreensão necessariamente teríamos que ter o domínio das ferramentas culturais para a apropriação do seu conteúdo.

Por essa razão, a curiosidade também compreendida neste trabalho como sendo fruto das interações que os estudantes podem ter na escola, na família, na comunidade, com os amigos e essas relações constituem um meio estruturante da sua visão de mundo, congregando um bom aporte de idéias e leituras que, ao serem adequadamente trabalhadas do ponto de vista pedagógico, podem produzir conhecimentos e habilidades. Ou seja, a curiosidade ganha um status de interpretação da realidade na qual os estudantes estão inseridos, a partir do momento em que na escola os estudantes buscam uma explicação para uma pergunta que tem um caráter inquietante, que precisa ser respondida para além do seu conteúdo disciplinar ou que possa ser proporcionado pelo seu estudo ou ainda se constitua como uma resposta às dúvidas que aparecem na aula a partir da exposição de um assunto. Um exemplo dessa situação foi vivenciado pelo autor dessa tese. Numa turma de uma escola básica no interior de Portugal, foi sugerido aos alunos formularem curiosidades sobre “circuitos e choques elétricos”. A temática tem relação com o cotidiano dos alunos e essa leitura sobre os fenômenos elétricos do cotidiano pode ser expressa por meio de curiosidades, tais como:

“Por que é que quando estamos molhados é mais fácil de apanhar um choque elétrico?”

“Por que há alguns materiais que não deixam passar a corrente elétrica?”

“Por que é que é preciso desligar todos os eletrodomésticos quando há trovoadas?”

“Gostava de saber por quais materiais os circuitos elétricos podem passar além do metal?”

“Como é que um simples fio consegue passar energia?”

Parece que a curiosidade dos alunos traz componentes das suas experiências de vida e dessa forma revela o modo de interagir e pensar sobre fatos cotidianos. Para que os alunos superem esse pensamento cotidiano, o professor pode trabalhar dialogicamente junto com os alunos esse pensamento, de modo que possam aprender, a partir deles, os conteúdos científicos, como sugere Freire (1996, p. 138):

“Respeitar a leitura de mundo do educando significa torná-lo como ponto de partida para a compreensão do papel da curiosidade humana como um dos impulsos fundantes da produção do conhecimento.... A leitura de mundo revela, evidentemente, a inteligência do mundo que vem cultural e socialmente se constituindo. Revela também o trabalho individual de cada sujeito no próprio processo de assimilação da inteligência do mundo.”

Considerando que esta leitura de mundo dos alunos traz elementos da realidade objetiva presente na curiosidade deles, parece pedagogicamente adequado tratá-la por meio da contribuição do enfoque sócio-histórico através da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin, a qual, por sua vez, trabalha a estruturação do pensamento por meio da ação, a qual se insere não apenas como um aspecto prático do conhecimento, mas também incorpora deste os seus elementos formativos e constitutivos.

Outro fator que adéqua a curiosidade científica à Teoria de Galperin é a questão da atenção (caracterizado por Galperin (1989d) como um elemento psicológico), enquanto controle do processo de aprendizagem. De acordo com Schmitt e Lahroodi (2008) o valor epistêmico da curiosidade científica está no fato de que esta se caracteriza como uma atenção para com o objeto de conhecimento, reforçando o ato de conhecer.

Ainda relacionando o tema da tese à Teoria de Galperin, a curiosidade científica, constitui também uma motivação para aprender. Talizina (1988) comenta que a aprendizagem só pode ser considerada uma atividade se embasada por uma motivação. Como a atividade orienta os homens no mundo dos objetos, a curiosidade na sua concepção epistêmica, orienta-se para o conhecimento de um tópico relativo ao objeto de estudo e, quando trabalhada através das Etapas de Formação das Ações Mentais de Galperin, pode revelar inicialmente o

seu aspecto material ou materializado e, dando continuidade ao processo de formação das ações mentais, chegarem as representações da linguagem verbal externa e finalmente interna.

Portanto, podemos dizer que a curiosidade científica dos estudantes representa uma atividade de aprendizagem, pois como expressa Bisbal, Sanmarti (1996, anexo IV, p. 2):

“A aprendizagem de determinados conhecimentos representará uma atividade se motivada por uma necessidade cognoscitiva (necessidade de aprender) do estudante. Os conhecimentos que o aluno pretende adquirir representam o motivo da necessidade cognoscitiva dos alunos e ao mesmo tempo intervêm constituindo o objetivo desta atividade.”

A curiosidade científica torna-se a motivação, o ponto de partida, a pergunta, o problema, a questão a ser resolvida, que desencadeia a atividade de aprendizagem já que constitui um componente motivacional para todo processo de ensino. Dessa forma, impulsiona o sujeito para conhecer e transformar o objeto, aqui considerado por meio do desenvolvimento das ações mentais, conforme as etapas descritas por Galperin. No entanto, faz-se necessário considerá-la não apenas como um ponto de partida como motivação para aprender, mas também como elemento de todo o processo de ensino aprendizagem, pois ao considerarmos o seu valor pedagógico e epistemológico para o ensino revelamos o seu conteúdo científico, a sua tenacidade, o interesse em aprender. Esta é uma característica da curiosidade que faz com que os alunos busquem cada vez mais conhecer o objeto de estudo da ciência.

3.7 Formação docente para trabalhar a curiosidade científica dos estudantes dentro do enfoque sócio-histórico da aprendizagem

Alguns estudos desenvolvidos na educação e no âmbito do ensino de ciências tomam as idéias do enfoque sócio-histórico para construir abordagens e métodos de ensino. Há muitas produções acadêmicas que procuram utilizar os referenciais teóricos da escola de psicologia russa para produzir metodologias de ensino de ciências, bases teóricas-práticas para a formação de professores, textos que auxiliam outras pesquisas, dentre tantos outros trabalhos (GEHLEN, et al., 2008).

A análise das condições do meio em que estão inseridos os sujeitos é o ponto de partida do enfoque sócio-histórico, entendendo este meio de forma estruturada em constante movimento e transformação dos seus espaços físicos e sociais. Nesta abordagem, os

elementos e objetos de estudo não estão isolados, sendo pela sua própria natureza dialética, relacionais e determinantes das condições de vida. Baseado nesta perspectiva, Leon et al, (2010) propôs um programa de formação continuada de professores seguindo este enfoque e buscando: uma análise da realidade da prática pedagógica do professor por meio da pesquisa participante no intuito não só de levantar elementos sobre tal prática, mas também possibilitar uma reflexão das concepções que os professores tem sobre a mesma. Uma montagem e desenvolvimento do programa de ação tendo como conteúdo os resultados da observação participante transformado em situações-problemas. Um acompanhamento posterior das contribuições da intervenção à prática pedagógica, como um meio de construir a autonomia profissional do professor.

Neste trabalho, a abordagem sócio-histórica procura explicitar os conhecimentos produzidos na prática pedagógica dos professores, como um esforço para que eles superem os seus dilemas e tenham uma autonomia sobre o seu trabalho docente, ou seja, gere uma consciência, criem ações para a transformação da realidade na qual estão inseridos. Dessa forma os programas de formação de professores baseados no enfoque sócio-histórico da buscam a auto-organização do processo e elaboração das tarefas de aprendizagem a partir de um planejamento baseado no diagnóstico e na intervenção.

Com vistas a que os professores desenvolvam a habilidade de planejar o ensino por meio de procedimentos lógicos, nomeadamente a definição e identificação de conceitos, Ribeiro (2008) elabora um programa de formação de professores para os anos iniciais do Ensino Fundamental, baseando-se nas contribuições de Talizina e Galperin, a autora compreende que tais procedimentos devem incluir:

- o conceito e o procedimento lógico escolhidos para se planejar a situação de ensino;
- o domínio dos conhecimentos e habilidades envolvidos na atividade de planejamento
- o desenvolvimento da atividade com o conceito, em função do procedimento metodológico trabalhado;
- o acompanhamento do conjunto de ações e o detalhamento do processo de aprendizagem (nesse caso, é importante o domínio de como organizar situações de ensino);
- os objetos reais ou sua representação, para materializar o conhecimento dos conceitos

com base nas propriedades essenciais;

- a definição dos conceitos — para a conscientização das propriedades necessárias e suficientes.
- a identificação pela utilização das propriedades necessárias para resolução de tarefas, estabelecendo-se a relação entre os conceitos e os objetos analisados.

O enfoque sócio-histórico de Vigotski (2001), do qual muitos trabalhos se referem (GEHLEN, et al., 2008) dá uma contribuição para o ensino de ciências na sua forma de propor o desenvolvimento do pensamento abstrato, reflexivo, pelo caminho da sua sistematização a partir de dados da realidade do aluno. Pela sua posposta de natureza histórica e dialética a criança convive tanto com os saberes cotidianos como com os saberes científicos. O seu desenvolvimento se dá no processo de apropriação da cultura que acontece como uma evolução na forma de conceituar os objetos. Assim, o concreto não é um ponto de partida, mas de chegada para o entendimento de algo que antes era vagamente referido. Vigotski, ao tomar como exemplo a aprendizagem de uma língua diferente da língua materna, reforça que a compreensão das crianças acontece justamente pelas estruturas mais evoluídas da língua que são a escrita e os seus significados. Por essa razão, a criança inicia o seu aprendizado partindo das estruturas mais elaboradas como a escrita para as menos elaboradas como a fala. Acredita que os conhecimentos cotidianos formam a base para os processos de generalização e sistematização dos conceitos científicos, pois foram elaborados por meio do convívio social.

Nos processos de aprendizagem há uma influência e relação mútuas entre os conceitos científicos e cotidianos formando um sistema conceitual que permite a evolução de ambos. Ao diferenciarem-se pelas estruturas mais evoluídas, os conceitos científicos tornam-se mais abstratos, adquirindo novos níveis de desenvolvimento e permitindo a tomada de consciência.

Dessa forma podemos dizer que no enfoque sócio-histórico há uma ênfase nas questões de ordem social como forma de estruturar o pensamento. A aprendizagem acontece dentro das redes sociais e o homem não assimila uma informação externa, mas apropria-se da cultura. Dessa forma, o conhecimento pode ser apropriado por todos por meio de suas ações.

É importante caracterizar de que maneira acontece o processo de apropriação da cultura pelos indivíduos nas suas relações sociais. Nesse sentido, o trabalho de Galperin constitui um desenvolvimento das idéias de Vigotski, no sentido de explicitar os mecanismos

que tornam possível a aprendizagem a partir do conhecimento das propriedades do objeto e como esse conhecimento pode ser internalizado pelo sujeito como uma ação mental. Para isso, de acordo com a teoria sócio-histórica é preciso considerar o meio em que se desenvolve o estudante, colocando a disposição dos alunos objetos correspondentes e não conceitos conhecidos e, a partir da caracterização destes objetos e a realização de ações correspondentes par AA formação de um novo conceito.

O desenvolvimento de estratégias de ensino dessa forma se aproxima dos caminhos de como a ciência química se desenvolveu, considerando os aspectos sociais do conhecimento, ou seja, descobrindo as ações necessárias a serem executadas a partir do conhecimento da composição, estrutura e transformação dos materiais. Obviamente, não é fácil encontrar ações corretas e adequadas ao objeto, no sentido de conhecê-lo, descobrir as suas propriedades e limitações. Entretanto, manter-se vigilante na execução de ações direcionadas ao objeto de investigação, parece indicar formas de promover um ensino que envolve não só os conceitos, mas as condições materiais de sua ocorrência.

Por essa razão, opto pelo tratamento dado por Galperin sobre a relação de conhecimento a ser estabelecida entre o sujeito e o objeto, considerando este último dotado de propriedades estruturantes que devem ser apreendidas pelos alunos nas situações de ensino da disciplina de química, planejadas por meio da Teoria das Ações Mentais por Etapas. Antes de apresentar esta teoria é importante colocá-la no contexto das contribuições teóricas da escola de Jarkov, onde se desenvolveu a psicologia russa, apresentando inicialmente a Teoria da Atividade de Leontiev que constitui um subsídio teórico importante para compreender as contribuições de Galperin. O uso destes referenciais fundamenta e dá consistência teórica a construção do objeto de estudo desta tese. Assim, dentro dos aportes da teoria sócio-histórico, consideramos a curiosidade como um construto social, de importância cognitiva e afetiva, o que a caracteriza como uma estrutura valorativa, ou seja, sendo uma interpretação e construção do aluno é para ele significativa. Na intervenção proposta na metodologia desta pesquisa esta necessidade é desenvolvida como uma atividade de estudo por parte dos alunos através da Teoria das Ações Mentais de Galperin. Dessa forma, os conceitos apropriados por esta atividade de estudo, que na verdade também constitui uma atividade de aprendizagem, tornam-se consciente, orienta-se para um objetivo. Esta atividade constitui um meio de reproduzir o mosaico ativo dos conhecimentos e das experiências historicamente construídas pela humanidade e ainda se reveste de uma característica produtiva, porque fazendo parte do conteúdo escolar, será transformada como objeto de compreensão por parte do aluno.

CAPÍTULO 4

AS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV À TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN

Antes de começarmos o estudo da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin é importante caracterizarmos alguns conceitos presentes na Teoria da Atividade de Leontiev (2004), das qual são retirados conceitos que fundamentam as Ações Mentais desenvolvidas por Galperin (1992 b). Estes conceitos estão bem esclarecidos no vocabulário básico da Teoria da Atividade proposto por Tolman (1998b). Segundo o autor, a Teoria da Atividade de Leontiev deve ser entendida como um aspecto do materialismo histórico

dialético, que deu origem a uma teoria psicológica e social sobre o desenvolvimento humano. Leontiev (2004) se dedicou ao desenvolvimento de uma teoria que procurava explicar a origem, função e estrutura do reflexo psicológico da realidade como meios de estruturação da consciência e da personalidade humana. Apresentamos, a seguir, alguns conceitos presentes na Teoria da Atividade, que embasam o caráter diretivo das ações metas da Teoria de Galperin.

Apropriação: representa uma idéia contrária a adaptação, no seu sentido biológico, o qual trata das modificações ocorridas na espécie pela exigência do meio. A criança, durante o seu desenvolvimento não se adapta ao mundo dos seus objetos culturais, mas se apropria de tais objetos. E como estes objetos culturais são históricos não foram desenvolvidos pela hereditariedade e sim pelas relações sociais ao longo das gerações humanas.

Condições: se relaciona as operações a serem realizadas pelo sujeito. As condições orientam as operações executadas pelos sujeitos, no sentido de constituir-se num impedimento ou facilitação para alcançar os objetivos da atividade. As condições representam a forma como as operações poderão ser executadas. As condições não impedem a atividade; constituem o objeto da operação.

Consciência: É a forma mais elevada do reflexo da realidade objetiva na mente humana. A consciência representa a soma de todos os processos mentais que participam ativamente na compreensão do homem sobre si mesmo e sobre o mundo objetivo. Tem sua origem na atividade sócio-produtiva das pessoas e está intimamente relacionada a linguagem. O homem nasceu para o mundo dos objetos e se desenvolve a partir dos processos que utiliza para compreendê-los e usá-los para uma finalidade. A sua relação com a realidade é determinada pela atividade prática em comunicação com outras pessoas, o que permite avaliar a sua ação e a ação dos outros por meios das normas sociais que tomam parte na sua consciência. Nesta perspectiva, o conhecimento se associa com a consciência, pois é um resultado da atividade sócio-histórica e da linguagem humana. Ao mesmo tempo a consciência influencia a atividade determinando-a e regulamentando-a.

Interiorização ou Internalização- A interiorização das ações, ou seja, a transformação gradual das ações externas em internas mentais é um processo que se desenvolve necessariamente na ontogênese humana. Desenvolve-se a partir do entendimento que se

estabelece por meio das relações sociais as quais expressam fenômenos externos como objetos, conceitos verbais, conhecimento. Estes inicialmente correspondem as primeiras sinalizações sobre o mundo da criança e não representa para ela um significado, pois não são compreendidos como fruto da experiência generalizada da prática social. Para compreendê-los a criança deve realizar uma atividade voltada para tais objetos externos. Por exemplo, a ação requerida pelo conceito de adição, precisa necessariamente ser externalizada para a criança, por meio das Etapas de Formação das Ações Mentais de Galperin, o conceito de adição é internalizado gradualmente.

Motivo- É o motor da atividade. Corresponde ao objeto da atividade.

Operação- Representa um conteúdo objetivo relacionada a atividade. Por exemplo, para a transposição de uma barreira é necessária a realização da operação de contorno para conseguir o objeto da atividade. Isso representa uma das condições externas para a realização da atividade. Corresponde ao modo em que a atividade é realizada e depende das condições em que o objeto é apresentado na atividade.

Objeto- O objeto na teoria da atividade representa o objeto da ação, o seu conteúdo, dotado de características e atributos para os quais se dirige o sujeito na realização da atividade

Leontiev(2004)¹ deu uma contribuição muito importante ao entendimento de como se dá a formação de conceitos dentro da teoria sócio-histórica. Parte-se da premissa de que somos indivíduos que necessitamos realizar determinadas atividades para conseguir os meios materiais para a nossa existência. Para este autor, os conceitos são formados no desenvolvimento dessas atividades humanas. É justamente a atividade humana que constitui, forma, estrutura a consciência do homem. Isto acontece nas relações sociais e se materializa com as ações, os instrumentos, operações e condições de realização dessa atividade. Portanto, podemos dizer que na realização das atividades humanas, há ao mesmo tempo a construção de relações sociais. Nesse processo ocorre sempre uma objetivação das idéias, de forma a regular a atividade do sujeito e o produto desse processo passa a ser objeto de reflexão. Como

conseqüência, o objeto não existe para ser contemplado mas a atividade humana transforma-o de modo a que seja dessa forma refletido pelo sujeito. De acordo com Duarte (2004, p. 49).¹

“Por meio desse processo de objetivação, a atividade física ou mental dos seres humanos transfere-se para os produtos dessa atividade. Aquilo que antes eram faculdades dos seres humanos se torna, depois do processo de objetivação, características por assim dizer “corporificadas” no produto dessa atividade o qual, por sua vez, passa a ter uma função específica no interior da prática social.”

Este processo sugere uma possibilidade de ensino de conteúdos científicos de forma em que o aluno ao realizar a atividade de transformação do objeto “incorpora” de forma dialética o conceito e a ação correspondente. Temos então a formação de habilidades historicamente construídas pela humanidade no indivíduo e na coletividade. Obviamente esse processo não acontece de forma isolada. Em contato uns com os outros, os indivíduos formulam uma linguagem que serve para representar os meios e o próprio processo em si. Dessa forma, podemos entender que a linguagem constitui uma atividade prática. Essa atividade exercida nas relações sociais faz com que as pessoas criem imagens a cerca dos objetos, o que constitui um dos processos de formação da consciência.

Assim, não é qualquer atividade que transforma o objeto, no sentido da sua real compreensão e sim uma atividade adequada, devidamente orientada para as características do objeto. Deprendemos daí que a atividade orienta o sujeito no mundo dos objetos. A Teoria da Atividade mostra que devemos entender a atividade humana como condição *sin qua non* para a formação das estruturas superiores de pensamento, como um todo de um processo complexo, de natureza dialética, que estrutura o pensamento e ao mesmo tempo produz novas formas de ação sobre o mundo. Assim, a atividade, quando devidamente orientada, leva o sujeito a ter consciência da realidade. Além disso, cria uma atividade própria relacionada ao objeto de estudo em questão, promove a regulação da ação, posiciona o sujeito em relação a si mesmo e aos demais e também permite a generalização do par dialético conceito/ação. Dessa forma os conceitos só podem ser aprendidos na atividade. Aprende-se a agir conceitualmente e conscientemente. Como conseqüência, podemos compreender a atividade de aprendizagem como uma atividade dialética, ou seja, o sujeito aprende na transformação do objeto, na sua realidade e ao mesmo tempo se transforma. Podemos perceber também que o

¹ A versão portuguesa utilizada nesta tese foi publicada pela Ed. Centauro (São Paulo) e reúne um das principais obras de Leontiev: “Atividade, Consciência e Personalidade” de 1978, dentre outros trabalhos.

desenvolvimento da consciência como um todo (os componentes, as suas estruturas e as suas relações) não se dá pela apropriação do conceito em si, seus signos, instrumentos, significados, mas pelo desenvolvimento da atividade desse conceito. O pensamento, enquanto entendimento do conceito é de natureza histórico-social. Constitui uma síntese do processo de atividade humana.

A atividade pode ser entendida como o elo entre o sujeito e o objeto e está sempre dirigida para a satisfação da necessidade do sujeito no processo de compreensão e transformação da realidade. Na verdade os seres humanos agem para produzir os bens materiais que satisfaçam as suas necessidades. Nesse processo, podemos pensar também que ocorre um aperfeiçoamento das atividades, dos bens culturais, do modo de agir sobre determinadas situações, dando um caráter “especializado” aos saberes humanos e formando novas aprendizagens. Conseqüentemente, a atividade humana é determinada pelas condições sociais de vida e se estrutura através do objetivo e do motivo para a sua realização. O motivo impulsiona o sujeito a executar a atividade e o objetivo orienta-o nessa execução, mediante um sistema de ações. O produto da atividade é chamado de ações mentais e, como uma estrutura psíquica interna, permite ao homem não mais trabalhar com os objetos materiais e sim com as suas representações e generalizações.

Podemos tomar como exemplo desse processo, a necessidade de adquirir determinados conhecimentos que pode se constituir numa motivação dos alunos em aprender. A curiosidade científica de crianças e adolescentes pode representar essa motivação, tão importante para o desenvolvimento e manutenção do pensamento científico na escola. É importante também considerar o sentido que o sujeito dá a atividade como um fator de análise da ação humana.

Na Teoria da Atividade, o sujeito conhece o objeto a partir da atividade que realiza, que por sua vez é constituída essencialmente pelo objetivo e o motivo. Ao relacionar objetivo e o motivo o sujeito dá significado a sua atividade. Para a realização de qualquer atividade o sujeito necessita de motivação e esta objetiva ao mesmo tempo a atividade. A figura 02 mostra o esquema básico dos elementos estruturantes da atividade.

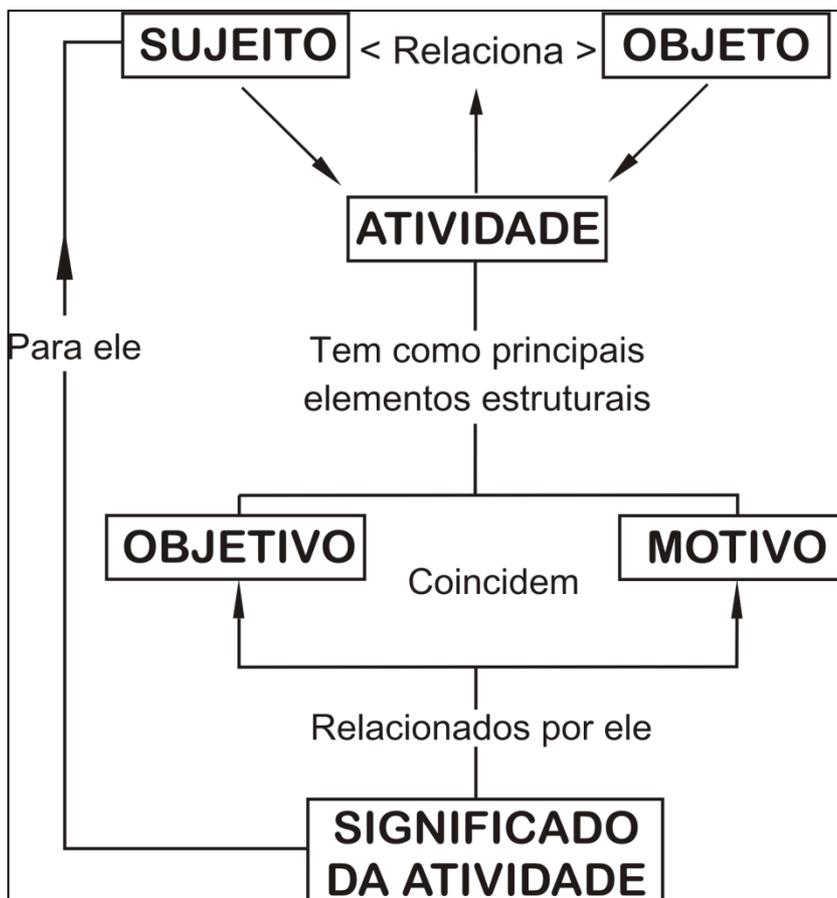


Figura 2: Relação entre os elementos constituintes da atividade. Fonte: Sanmarti, 1996.

A compreensão dialética da relação sujeito – objeto permite afirmar que a atividade humana transforma o objeto de estudo por meio de representações, esquemas, imagens, auxiliada pelos instrumentos de que dispõe e, ao mesmo tempo, o homem é transformado, pois adquire uma nova compreensão da realidade.

De acordo com Nuñez (2009) a aprendizagem constitui uma atividade à medida que representa uma necessidade cognoscitiva do aluno, que será contemplada por meio da apropriação conceitual decorrente da sua atuação consciente sobre a realidade. Nesse sentido a curiosidade dos alunos, como um motivo para aprender é assumida nesta tese como uma atividade dotada de objeto, objetivo e motivos que leva o aluno a realizar um trabalho, um esforço para ter as respostas as suas indagações.

Dessa forma podemos concluir que é necessário o professor desenvolver atividades adequadas para a compreensão dos conceitos no contexto social de sua produção. Portanto, os conhecimentos só podem ser adquiridos nos processos de atividade, a qual tem como unidade

de análise a ação que se realiza por meio das operações, estratégias, planos, formas de atuação atreladas às condições de realização existente no meio social.

Outros aspectos que devem ser relacionados ao conceito de atividade são os instrumentos que constituem os objetos mediadores. Estes podem ser materiais (como vidrarias, reagentes, computadores, máquinas e equipamentos) ou simbólicos e culturalmente apropriados, como a linguagem.

Por fim, a teoria da atividade revela a necessidade de compreendê-la como eminentemente sendo de caráter social, pois a aquisição das chamadas formas psicológicas superiores, como linguagem e conhecimento, por exemplo, só se realizam num ambiente de cooperação e interação social entre as pessoas. Assim, entendemos que a atividade humana constitui um ato educativo no sentido de que, por meio da sua realização, nos apropriamos da cultura e nas relações sociais essa cultura é transmitida no sentido lato. A formação escolar do indivíduo é um ato sempre intencional por meio do qual as pessoas se apropriam dos saberes historicamente elaborados de forma objetiva

As contribuições de Leontiev têm desdobramentos muito importantes no campo da pedagogia, permitindo-nos compreender melhor os processos de estruturação do pensamento dos alunos para a aprendizagem de conceitos científicos e assim planejar, organizar, executar e avaliar, de maneira mais efetiva o ensino das disciplinas, no que tange, por exemplo, a consciência conceitual e as atividades de aprendizagem na sala de aula e o desenvolvimento de suas estratégias.

4.1 Os conceitos de ação e operação

Podemos dizer que a atividade constitui o grande arcabouço da interação humana na realidade concreta. No entanto, essa atividade para se materializar precisa de elementos que permitam elaborar uma compreensão maior do objeto de estudo. Para isso faz-se necessário a ação e a operação, que tem como principais características a mesma estrutura da atividade. De acordo com Tolman (1988) a atividade estrutura a função dos indivíduos na sua interação com o ambiente.

Segundo a Teoria da Atividade, os principais componentes da atividade humana são as ações que as realizam. Chamamos de ação o processo subordinado à representação do resultado que se deve alcançar, isto é, o processo subordinado a um objetivo consciente. Para Elkonin (1993) a ação constitui um processo essencial para as pessoas se orientarem no

mundo, constituindo uma fonte de mediação que, nas relações sociais, aproxima as pessoas do conhecimento. Segundo Brichecin (1993), o estudo das ações humanas é importante para otimização dos processos de tomada de decisão, considerando os planos e os objetivos da ação seja ela física, mental e criativa. A ação torna-se, portanto, um princípio da realização da práxis humana. Os processos mentais, condições, habilidades e as qualidades da personalidade se desenvolvem pela necessidade de direcionar as ações e interações humanas, nomeadamente, preparação, planejamento, organização, coordenação e observação, dentro do ambiente social.

A complexidade das ações humanas envolve uma grande variedade de fatores de ordem ambiental e social com os quais o homem interage. Daí a razão de argumentar que as ações humanas não podem ser guiadas por instintos ou padrões de comportamento adquirido. O homem realiza as ações com a intencionalidade e não se guia por um comportamento estimulado. Dessa forma os modelos comportamentais de ação humana deixam de fora o papel regulador e controlador do fator humano, uma personalidade com experiências e encontros próprios. Essa postura dos modelos comportamentais negligência a transição da atividade externa para a atividade interna, a qual foi bem esclarecida por Galperin (1992b).

Para atendermos a complexidade e a demanda das ações humanas para responder apropriadamente as condições dadas, a fim de ser propositivo, efetivo e relevante, nós necessitamos ser guiados por níveis altamente complexos, como a consciência, o que nos faz compreender claramente a tradução de uma intenção numa ação. Isto inclui a existência de escolhas e alternativas e a possibilidade de antecipação dos resultados da ação, o que nos faz necessitar de um plano de ação. Isto nos leva a crer que o plano constitui uma demanda intelectual que requer, entre outras coisas, soluções de problemas pela análise racional, síntese e abstração. De acordo com Brichecin (1993), a habilidade de criar planos de ação é atribuída pela aprendizagem consciente da realidade, a habilidade para processar conteúdos conscientes, se auto-organizar e auto-avaliar. Neste plano de ação estão incluídos, obviamente a operação, a qual diz respeito a aplicação ordenada e sistemática dos instrumentos materiais e simbólicos para realizar a ação. O plano constitui o meio eficiente de utilização dos instrumentos de realização das ações.

O planejamento humano e seus resultados não são imagens estáticas mas modelos internos dinâmicos que representam a atividade externa. Não é uma forma pronta que funciona como um regulador contínuo guiando todo o processo de atividade. A vantagem do plano da atividade humana que é geral e dinâmico: durante o seu processo de implementação é modificado de acordo com a situação e a proximidade dos objetivos. O plano preparado pelo

intelecto humano antecipa determinadas situações mais plausíveis de acontecer. Dessa forma, cria critérios de avaliação contínua das situações e tomadas de decisão.

A atividade, pelo fato de sempre representar uma necessidade do sujeito em entender o seu meio, bem como representar a sua essência nos processos de interação com os objetos materiais e simbólicos e com os outros indivíduos, orientando-o no mundo dos objetos, acaba coincidindo com o objetivo e o motivo. Por exemplo, a aprendizagem de determinados conhecimentos representam uma atividade quando é motivada pela necessidade de aprender do estudante. Ao mesmo tempo, os conhecimentos e a necessidade de aprender intervêm constituindo o objetivo da atividade. Na ação humana não há uma coincidência entre o objetivo e o motivo, pois a sua realização acaba por desenhar uma meta própria, designando o resultado que se quer alcançar. A figura 3 mostra a diferenciação entre os objetivos da ação e da atividade.

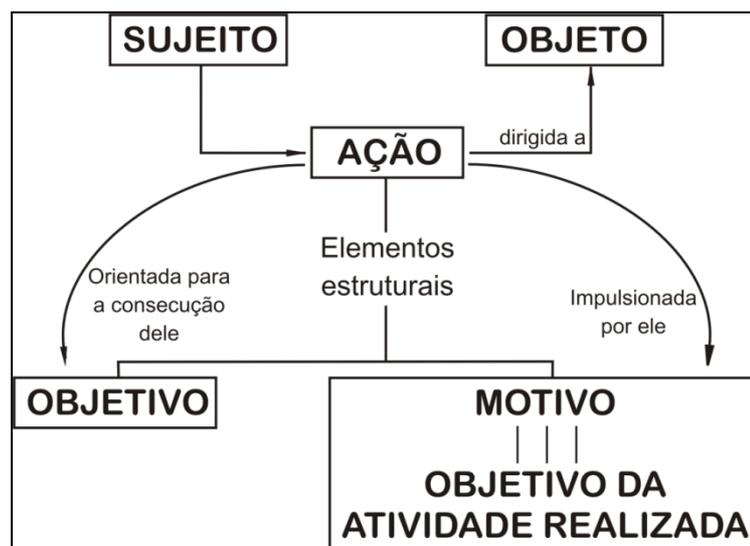


Figura 3: Diferenças entre ação e atividade

O sujeito para compreender e transformar o objeto realiza uma ação que tem um objetivo específico, que é diferente do objetivo da atividade, o qual coincide com o motivo. As ações sendo dotadas de objetivos específicos são de natureza independente da atividade, mas que a integram para a sua realização. A consecução dos objetivos depende da avaliação das condições iniciais de realização da ação. Isso inclui a avaliação das possibilidades atuais do indivíduo que guia e implementa o processo de interação com o ambiente.

Os componentes da atividade: objeto, objetivos, ação e motivo devem ser compreendidos como um todo, o que nos faz entender que o contexto da teoria da atividade

desenvolvida por Leontiev é primordialmente social. As ações que compõem a atividade de um determinado grupo são realizadas para o bem comum desse grupo. Daí a necessidade de conhecer o conjunto de fatores que compõe a atividade. O que dá sentido a ação do indivíduo é a sua componente social, ou seja, a finalidade coletiva para a qual é desenvolvida. Muitas de nossas ações só têm sentido na coletividade, o que justifica termos uma compreensão da atividade humana ampla, no sentido do atendimento das nossas necessidades.

Creio que neste sentido podemos pensar a curiosidade como representante de uma situação real, um problema que deve ser compreendido como um todo de uma atividade humana. Isto traz dividendos muito interessantes para o trabalho do professor em sala de aula, pois se podem planejar tarefas que possam ser resolvidas na coletividade da turma, onde cada aluno tenha consciência do seu papel para o cumprimento correto da tarefa. Não se trata de divisão de tarefas, mas de realizar a sua parte interligada ao todo, sem a qual não seria possível a consecução dos objetivos.

Para a realização de uma atividade é importante considerar as condições de realização da ação já que esta é composta por um aspecto intencional e por um aspecto operacional que representa o “como” se devem alcançar os objetivos. O que nos faz entender que muitas atividades escolares podem esbarrar nas condições reais e objetivas das escolas para a sua realização.

Portanto, na análise da Teoria da Atividade tem-se o primeiro nível composto das motivações e dos objetivos que os impulsionam. Depois é preciso uma ação para concretizar essa atividade e que se orienta por um objetivo próprio. E, finalmente, se diferenciam as operações que dependem diretamente das condições reais e objetivas para realizar a ação. A figura 4 mostra estes três níveis de análise.

NÍVEL DE ANÁLISE	UNIDADES
1º	ATIVIDADE $\xrightarrow{\text{correlacionada}}$ MOTIVO
2º	AÇÃO $\xrightarrow{\text{correlacionada}}$ OBJETIVO
3º	OPERAÇÃO $\xrightarrow{\text{correlacionada}}$ CONDIÇÕES

Figura 4: Níveis de análise dos elementos da atividade

Assim podemos dizer que a atividade, a ação e as operações representam realidades autênticas não coincidentes, ou seja, podemos ter duas ações diferentes para uma mesma atividade e conseqüentemente duas operações diferentes para uma mesma ação.

Por exemplo, um estudante de química precisa solucionar um problema de incrustações provocado pela precipitação de compostos de ferro na rede de distribuição de água. Ao sentir a necessidade de resolver o problema por meio do entendimento do fenômeno da solubilidade, ele acaba coincidindo o motivo com o objetivo, formando assim uma atividade. Para compreender todo o processo da atividade, o estudante pode reproduzir o fenômeno em laboratório, o que fará com que ele tenha que realizar várias ações como: preparar as soluções, determinar a concentração molar dos íons e calcular a constante do produto de solubilidade do sistema. A execução dos métodos escolhidos para chegar à resposta do problema (pesagens, medidas, dissoluções, operações matemáticas) constitui o conjunto das operações que materializam a ação.

Considerando que a ação humana é extremamente dinâmica, devemos ressaltar também que pode haver mudanças nos objetos que caracterizam a atividade, a ação e as operações. Uma ação pode transformar-se numa atividade quando adquire força impulsionadora própria. No caso do exercício de solubilidade, o estudante pode motivar-se por uma das etapas do processo como, por exemplo, preparar as soluções. Neste caso, temos a coincidência do motivo com o objetivo formando uma atividade.

Normalmente, na ciência faz-se experimentos para investigar as hipóteses levantadas sobre um determinado fenômeno. A determinação da validade ou não das hipóteses constitui a atividade. Se no contexto escolar o estudante só está interessado no trabalho prático para

manipular instrumentos, reagentes e vidrarias, a experiência para ele deixa de ter o caráter científico da comprovação ou não das hipóteses e passa a ser uma ação que encerra apenas operações manipulativas.

Uma ação pode levar a outra ação, com um objetivo mais geral. A ação de identificar um ciclo de vida de um inseto pode ser parte de uma ação mais geral que é identificar a espécie e esta, por sua vez, ser uma ação do conceito de comunidade.

As ações na teoria da atividade de Leontiev adquirem um papel fulcral como via de formação dos conceitos. Para Leontiev não há formação de imagens, representações, ou seja, de conceitos, sem a realização de ações adequadas.

O conhecimento das propriedades do mundo dos objetos é o resultado de ações direcionadas a um propósito prático, incluídas na atividade de trabalho das pessoas. O resultado destas ações pode vir acompanhado de tarefas especiais, como por exemplo, avaliar a adequação de um determinado material por meio de testes práticos e simples. Ações desse tipo, servindo conscientemente aos objetivos cognitivos, já representam, por si só um pensamento real, embora preserve a forma de processos externos. Dessa forma podemos compreender que o pensamento surge como produto das ações direcionadas as características essenciais dos objetos (LEONTIEV, 2004).

Claro que o processo de comunicação, elaboração e uso da linguagem deve ser considerada uma atividade nesse processo e por meio da comunicação entre as pessoas as ações se difundem, formando um corpo de conhecimentos socialmente construídos. Essa é uma grande diferenciação no entendimento da formação de conceitos científicos à medida que admitimos as relações sociais como determinantes nesse processo.

Leontiev (2004) não descreveu como acontece a internalização dos processos externos, ou seja, da transformação de uma atividade externa em interna para a formação da psique humana e conseqüente construção da consciência e da personalidade. No entanto faz referência a Galperin ao comentar os seus trabalhos na formação das ações mentais com crianças.

O fundamento central de sua teoria reúne-se na atividade/trabalho humano, como uma forma de apropriação da cultura, dos seus signos e de suas formas mais intensas de expressão. Nesse sentido, Leontiev (2004) promove uma excelente contribuição à psicologia russa no sentido de demonstrar que a linguagem enquanto um meio de estruturação do pensamento está presente na atividade de comunicação entre as pessoas, constitui um instrumento da

atividade humana, portanto faz parte dela. Entretanto, Leontiev (2004) não chegou a propor uma metodologia para seus princípios. Podemos dizer que foi Galperin quem procurou desenvolver um fundamento teórico metodológico de como se dá esse processo de internalização de conceitos, ou seja, criou um método para as idéias de Leontiev e Vigotski.

De uma forma geral podemos ressaltar as contribuições de Galperin para:

- Uma compreensão mais clara sobre as transformações qualitativas que a atividade externa vai adquirindo a medida que é internalizada;
- A orientação da atividade de aprendizagem para a formação de uma ação-mental, uma imagem, uma representação para a qual se associa dialeticamente uma ação.
- A distinção do papel geral de cada etapa do processo, de modo que seja condição necessária para a formação de conceitos pelos alunos a existência e permanência de uma orientação, de uma execução e de um controle do processo.
- A ênfase da Galperin na ação, ou seja, a aprendizagem é uma ação orientada para a compreensão de um objeto/objetivo de conhecimento. Por essa razão é importante o professor conhecer bem o seu objeto de ensino e poder definir melhor os seus objetivos de ensino, pois dessa forma, estes estarão presentes na atividade de aprendizagem.

Passaremos então a detalhar as idéias de Galperin sobre sua Teoria da Formação das Ações Mentais, as quais formaram a base conceitual desta tese.

A TEORIA DA FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ETAPAS DE GALPERIN: CARACTERÍSTICAS GERAIS

A contribuição de Galperin para o desenvolvimento de metodologias de ensino e aprendizagem realizada pela Escola Russa de Psicologia foi desenvolvida a partir de 1952 e centram-se no estudo de mecanismos capazes de tornar possível uma aprendizagem que se inicia pelo entendimento do objeto a ser assimilado, ressaltando inicialmente as suas características materiais ou materializadas, as quais se traduzem em seguida numa ação correspondente ao uso que essas características objetáveis podem proporcionar (GALPERIN, 1989c). Por fim, o estudo dessa ação permite a internalização dos conceitos subjacentes ao objeto de estudo. De acordo com Garcia (2006) o esforço de Galperin centrava-se justamente em determinar, experimentalmente, os mecanismos que podem explicar esses processos. Galperin procurou então fazer o caminho inverso da maioria dos estudos psicológicos desta área: partir de um conjunto de condições criadas de antemão para a análise do fenômeno psíquico, a fim de conhecer o seu conteúdo concreto e não o inverso, como é a tradição da psicologia ocidental. Portanto, as características psicológicas humanas são resultantes desse processo de interiorização.

Para Arievitc e Haenen (2005) os trabalhos de Galperin estão baseados numa abordagem que valoriza as idéias da teoria sócio-histórica sobre o papel da orientação nos processos de ensino e aprendizagem; a internalização de ações mentais como um caminho para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e a centralidade das ferramentas culturais e das interações sociais como um contributo fundamental para o desenvolvimento humano. Assim, para Galperin, uma atividade inicialmente prática e partilhada entre professores e alunos, constitui a fonte e o contexto do desenvolvimento e da aprendizagem.

Nesse sentido Galperin conserva a essência dos estudos sócio-históricos no campo da psicologia e da educação, no que diz respeito a contribuição da aprendizagem para o desenvolvimento humano.

Haenen (2000) relata que, no início da década de 1950, Galperin e seus colaboradores investigaram o processo de aprendizagem das habilidades relacionadas à escrita, testando a eficiência de um método de ensino baseado na dissecação dos grafemas do alfabeto cirílico em segmentos gráficos. Ainda nesta época, Galperin começou a estudar a lógica psicológica presente na realização de uma tarefa escolar. Passou, então a dar uma atenção maior aos

elementos que distintamente constituem a base do processo de formação das ações mentais. Galperin constatou que as dificuldades dos discentes estão vinculadas às bases que orientam e organizam as suas ações mentais, ou seja, ao modelo que organiza o modo de pensar e conduzir as ações dos alunos na formação de conceitos. Segundo o autor, tais bases são insuficientes e inadequadas à constituição de um pensamento teórico, pois não só levam os alunos à resolução errada das tarefas como, também, não promovem a adequada transformação do plano material em intelectual. Neste sentido, o modelo desenvolvido proposto por Galperin, se faz necessário a criação de uma base orientativa para suas ações como forma dos alunos desenvolverem um pensamento correto sobre os conceitos.

Galperin parte da premissa de que as nossas ações são deliberadas por um plano mental desenhado antes de a ação ser executada. Por exemplo, o professor na execução do seu plano de aula pode alterá-lo de modo a dar “retorno” quase que de imediato às novas situações da sala de aula. Essa mudança na sua ação mental planejada pode ser atribuída a sua experiência adquirida a partir da leitura das situações reais de sala de aula.

Além das pesquisas pedagógicas na Escola de Kharkov, Galperin procurava junto com outros membros definir o objeto epistêmico da psicologia para além do idealismo individualista, da supremacia da mente sobre o comportamento humano que estava presente na psicologia ocidental (YASNITSKY, A., FERRARI, M., 2008).

Essa busca estava fundamentada nas idéias de Vigotski acerca da influência do conceito de unidades de análise no desenvolvimento do pensamento. Segundo Vigotski (2001), a capacidade de identificar a unidade de um fenômeno é um produto da análise que preserva as características básicas do fenômeno como um todo. Esta unidade do fenômeno é conhecida como invariante conceitual, que será tratada mais adiante neste trabalho. Interessado em estudar como esse e outros conceitos de Vigotski (mediação e interiorização, por exemplo) poderiam ser operacionalizados e incorporados aos métodos de ensino, Galperin se propõe a avaliar a utilização de ferramentas cognitivas que forneçam ao aprendiz recursos auxiliares para o pensamento, verificando se contribuem para a promoção efetiva da aprendizagem (WERSTCH, 2000). Segundo Werstch (2000), as idéias de Galperin causaram um grande impacto na psicologia russa; estudos experimentais em larga escala foram desenvolvidos por Elkonin, Davidov e colaboradores, nas décadas de 1960, 1970 e 1980. Os resultados obtidos nesses estudos são similares, indicando que as crianças desenvolveram habilidades pautadas numa generalização conceitual, que se revelavam não apenas consistentes como também transferíveis para outros domínios, a partir da realização correta de

ações. Em função disso, Gulmans et al (1995) afirmam que, atualmente, a psicologia russa deve ser compreendida a partir das idéias tradicionais de Vigotski e das novas contribuições de Galperin, que se dedica a aprofundar empiricamente os conceitos oriundos da teoria sócio-histórica, principalmente no que se refere às implicações educacionais. Haenen (2000) e Werstch (2000) reforçam essa posição ao apresentarem Galperin como o membro mais proeminente da última geração de psicólogos que tiveram contato pessoal com Vigotski.

Apesar do destaque obtido junto aos seus pares, Haenen (2000) lamenta o fato de Galperin, até o momento, permanecer desconhecido pela psicologia educacional ocidental. Segundo Werstch (2000) o único país do ocidente onde suas idéias têm sido discutidas é a Holanda. Entretanto, o autor desconhece que desde a década de 1980 e 1990 em Cuba, Galperin tem sido referências para as Teses de Doutorado em Psicologia e Educação e para diversos trabalhos na área de ensino de ciências (SANTOS et al, 2009).

Parte da relevância do presente estudo se relaciona com a apresentação de uma revisão bibliográfica do material publicado sobre da teoria de Galperin, acerca da formação das ações mentais por estágios, em revistas e livros, que esteja disponível em inglês ou espanhol, sistematizando e divulgando seus conceitos e também sobre trabalhos que utilizaram as suas contribuições para desenvolver, aplicar e avaliar metodologias alternativas na educação escolar. A maior parte destes trabalhos destina-se ao ensino da língua materna e de conceitos matemáticos. Entretanto, já no final do século XX e início do século XXI, observa-se o retorno às aplicações teóricas de Galperin, principalmente no que tange o desenvolvimento de metodologias para o ensino de ciências, em ambientes formais e informais de aprendizagem.

As principais fontes de consulta foram os periódicos: *Soviet Psychology*, que depois passou a se chamar *Journal of Russian and East European Psychology*; *Soviet Education and Human Development*; *Revista Cubana de Psicologia*; *Revista Íbero-Americana de Educação*; a as bases de dados em espanhol Dialnet (Espanha), Latindex e RedyLac (América Latina), além dos livros da Biblioteca de Psicología Soviética, coleção em espanhol com a obra dos fundadores da psicologia russa. Cumpre destacar que as pesquisas de Galperin, diretamente ligadas às questões referentes ao pensamento e ao sistema educacional russo, direcionavam o foco de análise para os conteúdos das disciplinas que compõem o currículo escolar.

Os mecanismos propostos por Galperin, que postulou a Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas, contribuem para o desenvolvimento de processos didáticos em todos os níveis de ensino, pois se entende que a aprendizagem constitui uma experiência

social em que o conhecimento é apropriado por meio de ações adequadas a esta realidade (GARCIA, 2006). Assim, o conhecimento apreendido não pode estar desligado de qualquer atividade ou ação que o sustente. Trata-se, portanto, de conjugar dialeticamente o conceito a uma ação que é intrínseca à aprendizagem desse conceito. Neste caso, tem-se que os conceitos e os seus elementos estruturantes não estão dissociados da atividade, pois estão presentes nesta, seja como conteúdo da ação, seja como objetivo da ação, ou estruturando a própria ação. Portanto, este processo demonstra, através de uma metodologia concreta, como devem organizar-se os processos de ensino-aprendizagem de forma mais efetiva. Para Galperin, os processos de ensino têm que garantir três condições básicas: a correta execução da ação, que se dá por meio da Base Orientadora da Ação, a aquisição das propriedades básicas referentes a ação e um relativo trânsito do plano externo ao interno (TALIZINA, 1988).

Esta teoria considera que o estudo a respeito de um determinado conteúdo, compreende um conjunto de ações que ao serem executadas levarão o estudante a adquirir novos conhecimentos e habilidades. As ações formam o todo da atividade que se desenvolve em torno de um motivo. Tal conjunto (ação e motivo) pode garantir a consecução dos objetivos da atividade. Tem-se, dessa forma, um processo de ensino e aprendizagem que se desenvolve em direção ao objeto da ação (GALPERIN, 1965, 1968, 1975, 1989a, 1989b, 1989c).

5.1 A formação de habilidades como um produto do desenvolvimento humano

A formação de habilidades e de competências no campo da Teoria de Galperin acontece a partir do processo de apropriação do conceito e da ação que esse conceito exige para a sua internalização. O foco não está no desenvolvimento das competências fora dos conteúdos. Pelo contrário, é pela ação consciente que se desenvolve as habilidades. Este conjunto das ações conscientes acaba por formar as competências. Claro que não é negada a importância de outras aprendizagens que levam a formação de competências, mas o domínio do conceito deve ser primado pelo professor na aprendizagem dos alunos. Na teoria de Galperin o conceito não é tratado como uma abstração para depois conhecer a sua aplicação, mas vai mais além é dialético e integrado a uma ação.

Uma das grandes contribuições de Galperin, no tocante a formação de conceitos é que tal processo não se finaliza no momento da sua aquisição. Ao considerarmos a dinâmica da realidade objetiva que envolve a estruturação dos conceitos, estamos oferecendo um caminho

para que sejam compreendidos tanto na sua dimensão concreta quanto abstrata, pois os conceitos representam uma dimensão da realidade na qual estão inseridos. Segundo Galperin são internalizados não só os conceitos, mas as suas dimensões operacionais, as condições em que está envolvido, o que nos fornece uma idéia da estreita relação dos conceitos com dados da realidade objetiva que encerra.

Dessa forma, a atividade de estudo, a ser desempenhada pelo aluno, com o objetivo de compreender o conceito científico, compreende o esforço de separar os elementos que compõe a ação destinada a resolver a tarefa planejada. Esta ação associada ao conceito a ser apropriado, é desmembrada nos seus instrumentos, operações, estratégias e objetivos necessários para a sua concretização. Para isso se faz a análise estrutural e funcional do conteúdo das ações que formam a atividade de aprendizagem. Desta forma, o elo central desta teoria é a ação compreendida como a unidade fundamental de qualquer atividade humana (GALPERIN, 1965).

Do ponto de vista didático-pedagógico, cabe ao professor desenvolver atividades de ensino de modo a possibilitar uma compreensão dialética do objeto de estudo, orientando os alunos em situações didáticas em que seja possível articular a informação com as correspondentes ações que adquirirem no mundo material, superando a fragmentação tão comum nas disciplinas escolares.

No desenvolvimento da atividade de aprendizagem, os seus componentes podem sofrer alterações de acordo com as motivações, interesses e objetivos para a sua concretização. No entanto, essas modificações não alteram a essência do processo geral proposto por Galperin que é o de proporcionar uma aprendizagem efetiva, criando imagens e pensamentos a partir de objetos concretos inseridos no seu contexto cultural, formando o que ele chama de ação mental.

É importante, para distinguir bem os conceitos que estão sendo utilizado neste trabalho, esclarecer melhor as idéias de Galperin, fazendo uma distinção entre ação mental e ação material.

De acordo com Galperin (1989a:26) as ações mentais, referem-se à prática direcionada por um conceito mental, portanto, uma prática consciente, na qual a ação do sujeito se volta para a aplicação e o teste da eficiência das indicações operacionais fornecidas pelo conceito e pelas características da situação problema. As ações mentais, portanto articulam essas duas dimensões (conceituais e operacionais), rompendo a dissociação entre o pensamento e a ação,

em que o primeiro é formado a partir dos reflexos das situações sociais na qual está inserido o sujeito. “A capacidade de executar uma ação mental torna possível prever os seus resultados quando se torna externa” (Galperin, 1989b, p. 45).

Ao utilizar a expressão ação mental, Galperin (1989a) ressalta que as ações mentais possuem, de maneira implícita, um conteúdo objetivo e material, mediado pela influência direta dos conceitos mentais que a elas se aplicam. Os aspectos materiais e mentais se constituem em elementos de um mesmo e único processo, que se desenvolve no sentido de promover a transformação progressiva dos aspectos materiais em mentais, fomentando a interiorização de conceitos, inicialmente de caráter operacional, para uma forma exclusivamente mental, que nunca perderá sua interligação com a prática. Podemos entender esta ação mental como sendo o produto de uma análise circunstanciada e desenvolvida a partir de determinadas situações bem específicas. Daí a característica da atividade de aprendizagem que é estruturada a partir da ação dirigida a um objeto material. Fica evidente que a ação mental não é algo exclusivamente abstrato, mas que se dirige para uma determinada situação problema tentando resolve-la na prática. Além de considerar os aspectos objetivos que caracterizam a situação problema, o sujeito também se vale de um modelo conceitual de referência que lhe permite discriminar quais são os aspectos essenciais que devem ser levados em consideração na organização da ação. Esse modelo é conhecido como base orientadora da ação que será detalhado mais adiante.

Rezende (2003) comenta que:

“A Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin contraria a compreensão usual dos aspectos mentais como fenômenos imateriais. O destaque conferido às ações mentais é devido, justamente, ao seu caráter ambivalente e complexo. As ações mentais possuem, de maneira implícita, um conteúdo objetivo e material, mediado pela influência direta dos conceitos mentais que a elas se aplicam. Os aspectos materiais e mentais se constituem em elementos de um mesmo e único processo, que se desenvolve no sentido de promover a transformação progressiva dos aspectos materiais em mentais, fomentando a interiorização de conceitos, inicialmente de caráter operacional, para uma forma exclusivamente mental, que nunca perderá sua interligação com a prática”.

Na verdade, os aspectos materiais negligenciados pela psicologia ocidental, tornam-se um conteúdo particular de uma ação do sujeito e sob este ponto de vista é refletido na sua consciência como um aspecto dominante (GALPERIN, 1989b).

De acordo com Galperin (1989b: 46), separar a ação mental do seu conteúdo objetivo e prático representa um erro; da mesma forma que não se pode reduzir a ação mental à dimensão operatória, restrita à mera manipulação das condições objetivas que caracterizam uma situação em particular. Na verdade, o estudo da formação das ações mentais somente é possível de forma objetiva. Este erro também é apontado por Ilienkov (1974), um filósofo marxista que fez críticas a maneira como o pensamento ocidental é dicotômico quando separa o conceito da sua aplicação.

Galperin (1989b) mostra que qualquer situação-problema encerra determinadas características que traduzem o contexto no qual está inserido e a maneira específica de resolvê-lo. A partir dessa compreensão, pode-se afirmar que, se as ações mentais não se reduzem ao conteúdo objetivo, tampouco podem ser completamente indiferentes a este.

Sendo assim, o pensamento que o sujeito cria e desenvolve é influenciado pelas condições reais e objetivas na qual está inserido, e, portanto, não pode ser apenas resultado da sua auto-observação, isolado de tais condições, pois o pensamento, como uma ação, está relacionado com o objeto para o qual está orientado. Por exemplo, se para resolver um determinado problema de matemática e a ação mental necessária é a adição, então esta adquire um novo conteúdo que se caracteriza pelas condições reais que definem a necessidade da adição e do próprio conceito de adição. Dessa forma, o modelo e a execução do modelo são refletidos na mente do sujeito de tal forma que o capacita a discriminar as relações essenciais da ação presente no objeto e perceber os reflexos dessas relações objetivas no conceito.

Segundo Talizina (1988:47), para se desvendar os mecanismos internos que caracterizam a atividade cognoscitiva não é suficiente verificar a capacidade de resolver determinadas situações problema, pois a obtenção de uma resposta correta não significa pensamento e método correto; o indivíduo pode recorrer a tipos substancialmente diferentes de raciocínios, às vezes incorretos, para chegar à solução de uma situação problema. Outras vezes o indivíduo consegue resolver corretamente a situação problema, porém, não tem consciência do por que, nem sabe muito bem explicar como. Em todas essas situações, o aprendiz não desenvolve um método de ação eficaz. A idéia subjacente mostra então a

necessidade de uma ação que, ao está atrelada ao conceito e ao ser executada, facilita a compreensão e ajuda os estudantes a encontrarem a resposta certa, internalizando o referido conceito.

Um exemplo disso pode ser a utilização das regras de resolução do quadrado de um binômio $(a + b)^2$. Para entender o que isso representa do ponto de vista geométrico o professor pode fazer com que o aluno internalize a regra realizando a seguinte operação: tomar uma cartolina e desenhar um quadrado de lado $a + b$. Depois mostrar que $(a+b)^2$ nada mais são do que a área do quadrado maior decomposta em: um quadrado de lado a e área a^2 + dois retângulos de lados ab e área $2 \cdot a \cdot b$ + um quadrado de lado b e área b^2 , conforme a Figura 5.

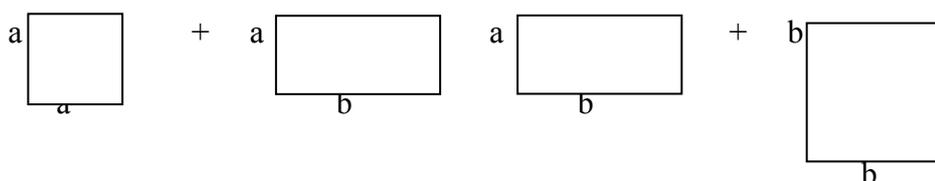


Figura 5: Representação material do quadrado de um binômio $(a + b)^2$

Parece evidente que a ação mental não é algo exclusivamente abstrato, mas que se dirige para uma determinada situação problema tentando resolvê-la na prática. Além de considerar os aspectos objetivos que caracterizam a situação problema, o sujeito também se vale de um modelo conceitual de referência que lhe permite discriminar quais são os aspectos essenciais que devem ser levados em consideração na organização da ação. A respeito disto, a curiosidade científica parece fornecer aspectos específicos que se ligam as características essenciais e também as características necessárias e suficientes para a compreensão do objeto de estudo.

A curiosidade científica pode ser dotada de elementos que impulsionam o sujeito a ação. Como a curiosidade se volta a um objeto em particular e este objeto encontra uma representação real no meio sócio-histórico dos indivíduos, esta associação pode ser utilizada pelo professores para desencadear as etapas das ações mentais propostas por Galperin. O

tópico seguinte mostra exatamente a estrutura das ações mentais como um passo importante para a compreensão das etapas de formações de conceitos, segundo a Teoria de Galperin.

5.2. A estrutura das ações mentais

Na descrição das características das ações mentais é possível fazer uma diferenciação entre dois tipos de componentes: execução e orientação. Os componentes relacionados com a execução dependem do nível de habilidade do sujeito e sofrem uma influência direta do sistema formado pelas condições materiais próprias de cada situação problema. Os componentes relacionados com a orientação dependem do nível de inteligência do sujeito e sofrem uma influência direta do tipo de conceitos que são colocados à disposição do sujeito para resolver a situação problema (GALPERIN, 1989b).

Os componentes de execução e orientação são, na verdade, duas nuances de uma mesma ação. Entretanto pode nos parecer que devemos desempenhar duas ações separadas e independentes, como pensar sobre o conceito e depois aplicá-lo nas situações pertinentes. Entretanto, pela Teoria de Galperin, os aspectos materiais e mentais da ação se fundem internamente, tornando-se interdependentes e indissociáveis (GALPERIN, 1989b).

Quando a aprendizagem se dirige apenas para o conteúdo objetivo e material de uma determinada situação problema, há um predomínio dos componentes de execução da ação. Isto não quer dizer que a ação esteja destituída de componentes de orientação, a ponto de não ser possível a formação de habilidades. Poderíamos pensar que tal nível de aprendizagem se limita aos aspectos exteriores das ações, como se em tais situações não existisse nada de psicológico. Porém, toda e qualquer ação na qual o sujeito se confronta com uma realidade dinâmica e aberta, traz implícito uma forte influência dos aspectos mentais, que estabelecem uma correlação entre os aspectos objetivos da situação problema e as alternativas de ação existentes, considerando também o nível de habilidade do sujeito (GALPERIN, 1989b).

Talizina (1988) rebatendo as críticas feitas a Teoria de Galperin comenta que quando estamos diante de um determinado problema se faz necessário pensar como resolvê-lo, fazer um planejamento. Este terá um componente de orientação e ao mesmo tempo um componente prático que se materializa agindo na realidade que o problema expressa. É uma ação prática e como toda ação prática tem uma parte orientadora, que não soluciona o problema, mas assegura a sua resolução consciente.

Ao longo do processo de formação das ações mentais, os componentes de orientação sofrem transformações. Ao ser aplicado a diferentes situações problema, o componente de orientação passa por um processo de diferenciação, onde se destacam, cada vez mais, os aspectos invariantes, que passam a servir de ligação entre a análise da situação problema e a tomada de decisão sobre o que fazer.

Progressivamente, os aspectos invariantes se unificam em torno de uma imagem ou de um conceito abrangente que passa a operar como um sistema geral de referência, aumentando significativamente a precisão dos componentes de orientação da ação (GALPERIN, 1992c: 62).

Essa consideração teórica sobre os aspectos invariantes de um conceito é extremamente importante para a aprendizagem, pois facilita o processo de generalização, auxiliando na identificação e classificação de substâncias, espécies, fenômenos, estabelecendo padrões de referência para os mais variados tipos de estudo dentro das ciências da natureza. As regras de taxonomia e identificação de substâncias pela propriedade solubilidade se baseiam nos aspectos invariantes das espécies e de compostos orgânicos respectivamente.

No caso da resolução de uma determinada situação problema, se considerarmos que os estudantes também desenvolvem a capacidade de identificar pronta e agilmente os invariantes presentes, a aplicação dos componentes de orientação torna-se muito mais ágil, quase automática, de forma que, tão logo a situação problema é reconhecida, a ação já é desencadeada seguindo os parâmetros conceituais já assimilados dos componentes de orientação (GALPERIN, 1992b: 62).

Este invariante pode ser um conceito ou um conjunto de características que conceituam o objeto. Talizina (1988) mostra um trabalho de alfabetização realizado com crianças russas. Em vez aprender a fazer as letras cobrindo o sistema de pontos tracejados, foi explicado o invariante conceitual que constitui o princípio das letras do alfabeto: **colocar os pontos de apoio na parte da letra onde a linha que a desenha muda de direção**. Dessa forma, ensina-se a criança o invariante exemplificando para uma letra e depois se pede para que ela escreva outras letras do alfabeto. Assim, o número de erros e repetições cai substancialmente e a criança pode transferir o princípio da escrita da letra e palavras para outras situações particulares.

5.3 Partes estruturais e funcionais da ação

De acordo com Leontiev (2004, p.85) o detalhamento da ação pode proporcionar uma consciência mais ampla da ação para o aprendiz: “a decomposição de uma ação supõe que o sujeito que age tem a possibilidade de refletir a relação que existe entre o motivo, o objetivo e seu objeto”.

Para realizar a ação, o sujeito precisa fazer uma representação da mesma e das condições que a determinam ou condicionam. Estes elementos necessários para pensar a ação são organizados numa estrutura denominada de **Base Orientadora da Ação**, que representa um conjunto de condições que servem de referência para o sujeito executar a ação, tais como: a motivação, os objetivos, as condições de realização, o conjunto de operações necessárias, a ordem de execução, e os conhecimentos para efetuar cada uma das operações. Trazem ainda outros componentes importantes que orientam sobre a avaliação de todo o processo como os resultados esperados e as possíveis regulações que podem ser feitas durante a ação. De acordo com Rezende (2003) a consequência imediata dessa forma de ensinar, tendo como referência os elementos que caracterizam a ação é o aumento da sua eficiência na solução da situação problema.

É importante ressaltar as condições necessárias para que ação seja adequadamente realizada que são:

- As peculiaridades do objeto e dos objetivos da ação;
- O caráter e a ordem das operações que entram na ação;
- As características peculiares dos instrumentos utilizados;
- Estas condições devem estar bem articuladas na composição da BOA.

A ação, representada na BOA cumpre uma função orientadora, executora e de controle e regulação. A parte orientadora por sua vez pode ser distinguida pelo fato de representar os elementos estruturais da ação, fazer uma projeção dos resultados e possíveis operações a executar e o ter um planejamento que esboça uma ordem para as operações e uma estratégia de ação para o alcance dos objetivos. Esta parte orientadora se relaciona com os aspectos condicionais da ação, dando uma visão mais ampla de como se organiza as condições do meio, o que permite ao sujeito agir com mais consciência da ação e dos seus resultados. Além disso, confere rapidez e qualidade à ação, servindo como alicerce para a realização da parte executora. Esta tem como resultado o produto final projetado na orientação.

A parte de controle e regulação tem a função de observar o processo e comparar os resultados com o que foi projetado ao longo do desenvolvimento da ação, o que permite

ajustes na orientação ou na execução. O controle e a regulação se realizam mediante a observação das partes anteriores a esta. Assim, de acordo com Talizina (1988) qualquer ação complexa representa uma espécie de micro sistema de direção que incluem: um órgão de direção que constitui a parte orientadora da ação; um órgão de trabalho que executa a ação; um órgão de observação e comprovação que corresponde a parte de controle e regulação da ação.

Toda a análise dos processos de ensino-aprendizagem organizados conforme esta teoria é feita fundamentalmente ao nível da ação. Nesse sentido passemos à análise das características da ação que constitui um passo importante para delimitarmos a extensão de formação das ações. Antes disso, porém é importante caracterizarmos a ação no seu aspecto orientador, por meio dos tipos de base orientadora da ação (BOA).

5.4 Tipos de Base Orientadora da Ação

De acordo com Rodriguez (1998) a base de orientação corresponde a esquemas lógico-estruturais em que os conteúdos de ensino podem ser sistematizados estabelecendo relações entre os elementos essenciais do sistema de conhecimento que compõe o conteúdo. Através deste caminho é possível contemplar os conceitos referentes ao tema na sua integralidade. Como proposta para estruturação de conteúdos de disciplinas atende tanto aos objetivos referentes ao domínio teórico como ao domínio prático uma vez que tais esquemas incluem as operações necessárias a resolução de problemas.

A Base Orientadora da Ação (BOA) tem a finalidade de “aperfeiçoar” a ação, pois se destina a construção correta da sua parte executora, disponibilizando para o aluno todas as condições necessárias e suficientes para o cumprimento correto da ação. Comparando este recurso da Teoria de Galperin com as idéias de aprendizagem de Vigotski, podemos dizer que a BOA representa um caminho destinado a colocar o aluno na zona de desenvolvimento próximo para a aprendizagem do conceito. A BOA de uma forma geral é dotada de uma parte orientadora, executora e de controle, que compõem o conjunto da ação a ser desempenhada na resolução do problema.

A BOA pode ser comparada a uma jogada de xadrez em que se faz necessário analisar bem as condições de jogo para tomar a decisão correta conforme as suas regras, formando as condições de realização da ação.

O êxito de uma base orientadora da ação depende substancialmente do grau de generalização dos conhecimentos que formam o seu conteúdo, que corresponde aos seus pontos de orientação, podendo ser **particular ou geral**; da extensão das condições de realização da ação e neste caso pode ser **completa ou incompleta** e de como é obtida pelo aluno: se lhe é **dada ou se é preparada por ele**. A reunião destes três parâmetros classifica as bases de orientação nos tipos I, II, III e IV, conforme mostra a tabela 01:

Tabela 01: Tipos de Base Orientadora da Ação (BOA)

TIPO DE BOA	QUANTO AO SEU CARÁTER GENERALIZADO	QUANTO AS CONDIÇÕES PARA REALIZAR A AÇÃO	QUANTO AO MODO DE OBTENÇÃO
I	Particular	<i>Incompleta</i>	Elaborada pelos alunos
II	Particular	Completa	Preparada para os alunos
III	Geral	Completa	Elaborada pelos alunos
IV	Geral	Completa	Preparada para os alunos

Fonte: Talizina, 1988

O **primeiro tipo** de Base Orientadora da Ação (BOA) é considerada incompleta, pois as orientações se referem a um caso em particular. Por exemplo, para o ensino da escrita, cada letra deveria ter uma orientação própria. Dessa forma a criança aprende por tentativa e erro, o que se torna cansativo, às vezes desestimulante, demorado e pouco eficiente. A ação não desenha uma estabilidade e dessa forma está sujeita a qualquer mudança no seu cumprimento da ação. O sujeito aprende por repetição.

A formação de uma base orientadora da ação do tipo I em ciências é descrita em Nigro (2009). Uma professora solicita aos alunos uma leitura do trecho do livro de ciências sobre decomposição e em seguida pede que façam exercícios sobre o assunto. Neste caso a resolução dos exercícios só se aplica a situação descrita no texto e portanto a ação não tem um carácter generalizado. É incompleta, pois não enfatiza as características essenciais do fenómeno da decomposição e o aluno acaba por não aprender o conceito.

O **segundo tipo** de BOA se caracteriza pela existencia de todas as condições necessárias para o cumprimento correto da ação. Mas estas orientações são para um caso dado e não

permite ao sujeito fazer a sua própria BOA. A execução acontece de forma rápida e sem muitos erros. A ação formada se mantém estável mas a transferência da aprendizagem é limitada.

A Base Orientadora da Ação do **terceiro tipo** tem uma composição completa, as orientações se referem a uma classe de fenômenos, daí o seu caráter generalizado. O sujeito é capaz de elaborar independentemente por meio do conhecimento sobre o invariante conceitual, as ações requeridas. Dessa forma diminui consideravelmente os erros, o tempo de execução e a possibilidade de transferência da aprendizagem é bem ampla.

O **quarto tipo** de Base Orientadora da Ação se diferencia da anterior apenas pelo fato de ser dada ao aluno. Se caracteriza pelo pontos de referência serem dados de forma generalizada, para uma dada classe de fenômenos. Com isso, o sistema de referência é completo e suficiente para o cumprimento correto da ação. A base é preparada para os alunos.

As pesquisas demonstradas por Talizina (1988) indicam que o tipo III de base de orientação é mais eficiente na aprendizagem de conceitos, facilitando a sua generalização e formação de habilidades.

Além da BOA, Heanen (2001) e Nuñez⁷ (2009) mostram a utilidade e adequação do cartão de orientação que compreende uma descrição de esquemas gerais de orientação. Estes incluem o resultado pretendido, o significado e os objetos da ação, postos de forma resumida. Representa um esquema de pensamento operacional, ou seja, dar o curso da ação e a sequência das operações de forma que possa ajudar a resolver o problema servindo como uma ferramenta de ação. De maneira prática isso pode ser feito pelo professor e dado ao aluno. Trabalhando com um cartão de orientação implica que a ação está sendo realizada no plano material. Após a explicação e o entendimento das orientações iniciais o uso da ferramenta torna-se familiar ao aluno. Isso acontece devido a manipulação de objetos reais, ou suas representações, fazendo comparações com as características dos objetos a serem aprendidas. Quando os objetos transcendem os limites da percepção direta é muito mais conveniente executar a ação usando modelos ou figuras como substitutos de objetos físicos. Essas representações fazem parte do cartão de orientação e podem tomar a forma de modelos, displays, diagrama, mapas, desenhos, esboços, descrevendo as propriedades e relações dos objetos essenciais à ação a ser executada. A ação, então é delineada como um problema a ser resolvido pelo aluno.

Rovira e Sanmartí (1998) indicam um esquema geral para a construção de uma base de orientação para os alunos, de modo que possam, na análise do problema, formular as seguintes perguntas:

Identificação do problema: a que categoria pertence a atividade planejada?

A **motivação** para resolver o problema: Por que esta ação deve ser realizada?

Objetivo do problema: o que podemos conseguir na realização desta ação?

Operações: quais as operações que devem ser realizada na solução da tarefa e em que ordem devem ser executadas?

Condições para resolver o problema: quais as condições que disponho para colocar em prática a minha ação. O que devo considerar sobre os dados de que disponho para analisar o fenômeno? As condições incluem os **conhecimentos** necessários que tenho ou preciso ter para resolver o problema e também se relaciona com o conteúdo da base de orientação.

Esquema de resolução: estabelece um desenho estratégico para os problemas que envolve o conceito estudado. Estes esquemas podem ser utilizados em outras situações semelhantes.

Resposta ao problema: representa o resultado do percurso desenvolvido e deve estar adequada a proposição inicial do problema.

Estas perguntas, de certa forma, estruturam o pensamento do aluno no sentido de orientá-lo para a resolução do problema. A extensão da sua abrangência permite que o aluno ao utilizar tal esquema, construa o seu próprio modelo de resolução de problemas ao relacionar entre si os elementos que compõem a BOA.

Rovira e Sanmartí (1998) e Talizina (1988) enfatizam que a base de orientação constitui um instrumento para pensar teoricamente tanto o ensino como a aprendizagem de conceitos científicos. As bases de orientação sugeridas pelas autoras fundamentam-se no processo de inclusão do conceito na ação em que os alunos por meio de determinadas operações procuram identificar nos objetos as características que encerram uma determinada classe de conceitos. Dessa forma os alunos criam habilidades ao trabalhar a ação que o conceito expressa ao pensar esta ação.

Assim, percebemos que a base orientadora da ação tem um caráter diretivo para a compreensão dos conceitos científicos. Longe de se constituir como um quadro de respostas, em que podem pensar alguns professores ou como mero “facilitador” da vida dos alunos que apresentam mais dificuldades sobre a resolução de problemas, a base constitui uma condição

essencial para a execução correta da ação e a internalização da atividade de aprendizagem. Em inúmeras situações regulares do ensino de ciências na escola, tem-se pela falta desse recurso como um meio de esclarecer as características essenciais do objeto de estudo e a ação correspondente a ser desenvolvida. Podemos dizer então que, com a BOA o ensino não se dissocia da sua função cognitiva de proporcionar uma compreensão das propriedades do objeto na execução da tarefa. O uso da Base de Orientação do tipo III permite uma compreensão teórica e prática do objeto de estudo, sem separações, pois representam na sua concepção as situações concretas de manifestação das propriedades do objeto.

5.5 Características gerais da ação

As ações humanas são executadas tendo em vista vários fatores que intervêm na sua consecução. Sendo assim, se faz necessário levantar alguns parâmetros para termos uma noção qualitativa da efetividade das ações.

Esses parâmetros são:

- A forma da ação
- O caráter generalizado da ação
- O caráter consciente da ação
- O caráter reduzido da ação e
- O caráter assimilado da ação

5.6. Descrevendo as características gerais da forma da ação

A forma da ação corresponde ao nível de apropriação que o sujeito toma da ação com vistas à internalização dos conceitos, ou seja, o caminho que o sujeito percorre para transformar uma atividade externa material ou materializada numa atividade interna, mental. Podemos dizer então que a forma da ação caracteriza a medida da interiorização da ação. Por sua vez, podemos distinguir três formas da ação: a material ou materializada, a verbal externa e a mental.

5.7 A forma material ou materializada da ação

São consideradas as formas de partida. Neste caso o professor fornece ao aluno o objeto da ação na forma de objetos reais (material). A diferença nas duas formas está justamente na representação destes objetos. A forma materializada trabalha com modelos que

reúne aspectos essenciais do objeto da ação. Este, por sua vez, de acordo com Leontiev (1947b, *apud* TALIZINA, 1988) constitui o aspecto do objeto que representa o conjunto de propriedades para a qual a ação está diretamente orientada. Os modelos que se utilizam para materializar a ação devem ter a forma mais próxima possível do objeto modelado, ou seja, deve guardar uma correspondência íntima com as propriedades que constituem o objeto da assimilação. Assim podemos dizer que a forma materializada da ação, expressa num modelo, pode substituir o aspecto do objeto que deve ser assimilado. Conseqüentemente podemos dizer que o modelo também encarna parte do conteúdo da Base Orientadora da Ação.

Esta forma materializada da ação também pode ser representada por esquemas, desenhos, gráficos, tabela. Segundo Talizina (1988) a escolha de um determinado tipo de modelo é feita pelo professor a partir do seu objetivo de ensino, o qual se orienta para a parte do objeto que constitui o objeto de assimilação propriamente dito. Assim, por exemplo, para apreender sobre técnicas e procedimentos de diluições sucessivas podemos utilizar um esquema (Figura 6) em que o aluno possa executá-lo de modo a compreender o quanto uma amostra pode ser diluída (o conceito de diluições sucessivas) e ainda apresentar atividade química, respeitando a natureza da substância e dos processos analíticos.

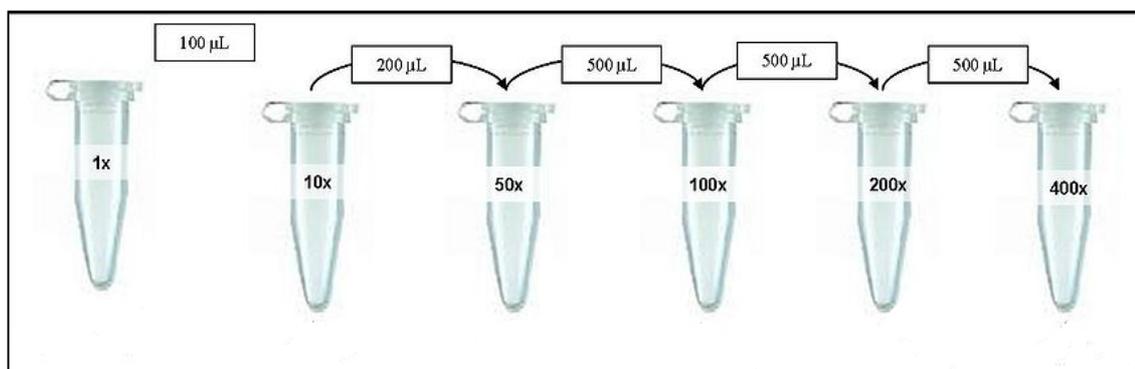


Figura 06: Representação materializada: esquema de diluições sucessivas.

Por meio tanto da forma material como da forma materializada da ação, o aluno pode compreender o seu conteúdo, que está expresso no esquema de diluição montado, bem como as operações necessárias, o seu caráter consecutivo, as estratégias, os objetivos e controle das operações requeridas para a ação e, advindo desta, o conceito de diluições sucessivas relacionando às propriedades químicas das substâncias. Nesta etapa a ação se cumpre como transformadora do seu objeto.

A possibilidade de representar o objeto de estudo na sua forma material ou materializada é de grande importância nos processos de aprendizagem, pois estamos transformando algo imperceptível em um formato ou estrutura perceptível a nossa compreensão. Isto pode ser exemplificado para vários conceitos de química, principalmente àqueles relacionados a representação estrutural de uma substância, a qual permite a compreensão do seu modo de reagir e transformar. De acordo com Galperin (1989b), a realização adequada da forma material da ação requer a sua decomposição nos seus componentes operacionais, os quais estão atrelados às propriedades do objeto para qual a ação pode ser desenvolvida.

A forma materializada, por basear-se em modelos e esquemas, quando apresentada desprovida de um suporte que a aproxime o objeto de assimilação ao objeto real, faz com algumas atividades teóricas deixem de ser executadas corretamente pelos alunos. Isto foi particularmente observado por TALIZINA (1988) sobre a aprendizagem de conceitos geométricos. Nesta pesquisa as crianças que foram orientadas tendo como suporte modelos teóricos aliados a objetos reais, tiveram um desempenho superior àquelas que se basearam em modelos teóricos. As características geométricas tais como linha reta, ângulo, a perpendicular, os ângulos adjacentes, que compunham o objeto de assimilação estavam presentes em objetos reais, como mesa, cadeira, caderno, etc.. Ou seja, o modelo generalizado do aspecto do objeto a ser assimilado estava destacado nos objetos postos para a análise. Além disso, em todos os grupos houve uma explicação tanto oral como escrita, por parte do pesquisado, sobre as características essenciais dos modelos materializados para a ação. Desta forma, asseguravam-se as condições necessárias e suficientes para o cumprimento das operações, a partir da definição da forma da ação.

É importante ressaltar os resultados desta pesquisa, pois, comumente os professores reforçam, no seu modo de ensino, a assimilação de modelos teóricos em que é exigido dos alunos um alto grau de abstração sem correlacionar o objeto de estudo com os seus respectivos objetos reais. Por outro lado, nem sempre é possível fazer abstrações diretamente de objetos reais ou tentar resolver tarefas sem a ajuda de um modelo teórico, pois através deste, podemos conhecer melhor e fazer previsões sobre as propriedades das substâncias.

Em todo caso, com essas considerações, quero chamar a atenção para o movimento que o objeto da ação toma, nas diferentes situações em que é exigida a sua assimilação.

5.8 A forma verbal externa

Corresponde à segunda via de interiorização da ação para a sua transformação na forma mental. Esta forma externa se organiza por meio da linguagem escrita e procura traduzir ao mesmo tempo tanto a tarefa quanto a ação a ser realizada. De acordo com Galperin no processo de assimilação dessa nova forma de ação o aluno deve orientar-se tanto pelo conteúdo do objeto como pela expressão verbal deste conteúdo. Torna-se então a explicação da ação requerida pelo conceito/objeto de assimilação. É um passo importante no processo de aprendizagem por etapas, pois preconiza a necessidade de superar o estágio materializado da ação e passar para um estágio em que é possível traduzir essa ação numa forma psicológica superior que é a linguagem. É como que se pudesse dar um salto qualitativo - da forma material (materializada) inicial da ação para a sua caracterização verbal escrita. Ao chegar a este estágio o aluno não está mais ligado as questões operacionais do problema, mas pode refletir melhor estas ações por meio da linguagem. Assim o aluno deve saber executar a ação na sua forma verbal. Nesta etapa a linguagem tem um papel importante na internalização dos conceitos. Não constitui um mero discurso, mas a realização/execução da respectiva forma verbal da ação.

5.9 Forma verbal interna

O passo seguinte já representa a internalização dos conceitos que corresponde a **forma verbal interna**, uma etapa com características distintas da anterior, pois adquire um caráter de um saber permanente, decorrente da reflexão a cerca do objeto de estudo e de suas ações derivativas e também acaba por mobilizar funções psicológicas superiores como o raciocínio, a linguagem, consciência, generalização, dentre outros.

Caracteriza-se, portanto, como um processo que vai se apropriando do conteúdo do objeto a ser assimilado, no qual acontecem mudanças na forma de expressar o entendimento sobre este objeto, mas o seu conteúdo é o mesmo e por essa razão a ação mental, como um produto deste processo, é socialmente construída, a partir das características da realidade na qual se insere o objeto. Como salienta Talizina: “... o conteúdo do objeto, também na forma mental, segue sendo o mesmo que na forma de partida. A ação mental conserva, naturalmente, também a sua natureza social” (TALIZINA, 1988, p. 75).

De acordo com Arieviditch e Haenen (2005) estas formas de expressão da ação humana que teoricamente formam as ações mentais, contribuem para a generalização e abreviação das

ações, e conseqüentemente do pensamento. Segundo os autores *“quando as ações passam por esses três níveis há uma garantia razoável de que as ações mentais foram formadas”*, p.159. A passagem por esses três níveis da ação humana exige que o objeto de estudo seja representado de diversas formas, seja pela afirmação das características positivas que asseguram a sua inclusão num determinado conceito ou pelas características que o excluem do conceito. Isso contribui para a generalização da ação, pois representa o grau e a extensão pela qual as propriedades do objeto são constantes e essenciais para a realização da ação correspondente. Isso dá mais segurança ao estudante no que concerne o entendimento da realização da tarefa e avaliação dos resultados. Os processos de ensino e aprendizagem pautados por essas três fases também permitem uma abreviação da ação, pois muitas das operações presentes na forma material, por exemplo, deixam de ser executadas nas fases seguintes, o que contribui para a estruturação da consciência conceitual.

5.10 O caráter generalizado da ação

Para que haja a formação de uma importante característica da aprendizagem que é a generalização é imperioso que a ação traduza as características essenciais do objeto a ser assimilado. De acordo com Talizina (1988) o mecanismo da generalização está diretamente relacionado com as partes estruturais e funcionais da ação, que por sua vez está expressa na BOA. Portanto, as características essenciais, inerentes do objeto de estudo, devem fazer parte do conteúdo da BOA.

A generalização constitui uma extensão do conceito como um limite de aplicação da ação. Neste sentido não apenas o conceito é generalizado, mas também a ação, pois considerando o contexto de sua realização, os alunos percebem quais os elementos da realidade objetiva que compõem a ação, a qual está por sua vez relacionada ao conceito, formando assim uma habilidade.

A generalização representa também o grau pela qual as propriedades do objeto da ação são constantes e essenciais o seu desempenho e são isoladas e distinguidas das suas características não essenciais e variáveis (HAENEN, 2001). Essas características da ação são muito importantes, pois nos processos de ensino e aprendizagem passamos a trabalhar com as propriedades essenciais do objeto e nos detemos as suas características fundamentais. Isto tem desdobramentos muito interessantes no ensino das disciplinas, pois o professor tendo como meta atingir esta qualidade da ação, permitirá a ele trabalhar com o cerne dos fenômenos

ensinados e pode passar a valorizar mais o conceito e as suas formas de expressão, ou seja, os seus aspectos qualitativos e não a quantidade de assuntos que tem de contemplar. Evita o aluno trabalhar com propriedades não essenciais do objeto e de seguir certas orientações que não são importantes para a aprendizagem do conceito.

A capacidade de generalização dos conceitos científicos tinha como ponto de partida das pesquisas realizadas na década de 1980 e 1990 as concepções dos alunos, ao responderem as atividades especialmente planejadas para esta finalidade. Em muitas dessas situações os alunos não reconheciam, por exemplo, que as mesmas leis físicas podem ser aplicadas a objetos em queda livre e a objetos que deslizam por meio de planos inclinados ou que a força é exercida tanto em objetos em movimento como em objetos parados. Dessa forma, podemos perceber que o grau de generalização é válido para a análise da aprendizagem conceitual dos alunos, pois representa um requisito do pensamento científico. Podemos dizer que, pelo grau de generalização estamos avaliando a consistência e a estabilidade da ação dos alunos na consecução das tarefas. Entendemos por consistência, a maior ou menor tendência dos alunos em realizar ações semelhantes em contextos ou situações diferentes. A estabilidade da ação se aplicaria ao mesmo contexto e situações só que em dois momentos ou ocasiões diferentes (MARTINEZ, 1996).

Muitas das dificuldades do ensino são estruturadas de forma que o aluno possa se apropriar dos conceitos científicos e utilizá-los nos mais variados casos de resolução de problemas. Num trabalho de investigação com crianças russas Talizina (2008, p.77) observa:

“Os estudantes do VI e VII graus da escola média, definem de maneira incompleta conceitos como ângulos adjacentes, ângulos verticais, etc. Além disso, omitem as características essenciais que se encontram em todos os objetos que representam este conceito. Por exemplo, na definição dos ângulos adjacentes se omitem as características ‘tem um lado em comum’. Não obstante, os alunos não percebem que todos os ângulos adjacentes com os quais trabalham têm um lado comum. Mais ainda, eles representam este lado comum, quando são pedidos para desenhá-los. Entretanto esta característica não se encontra no conteúdo do conceito e nem tão pouco a generalização dos objetos se deu de acordo com esta característica.”

Dessa forma Talizina (2008), propôs que os mecanismos da generalização dos conceitos dentro da Teoria de Galperin são construídos por meio da orientação num sistema de características essenciais do objeto, as quais se encontram no conteúdo da Base Orientadora da Ação dirigida a análise para apoiar a ação com esses objetos. As características não essenciais não se encontram no conteúdo da generalização, embora estejam

presentes em todos os objetos com os quais os alunos trabalham. Além disso, para chegar a esta conclusão foram realizados diversos trabalhos com o objetivo de investigar de que forma a generalização da ação impacta nos processos de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

Um desses estudos foi desenvolvido com 100 crianças cubanas com idades variando de seis anos a seis anos e nove meses, utilizando figuras e objetos geométricos. O procedimento para a formação de conceitos consistiu na introdução das características essenciais dos objetos no conteúdo da base orientadora da ação. Assim, a forma material da ação era executada pelos alunos medindo as dimensões dos objetos e comparando com o conceito que representava a classe de figuras dadas. As características não essenciais eram a cor e a forma e o trabalho dos alunos consistia também em aprender que as características essenciais do objeto não seguiam tais parâmetros. Algumas facilidades foram introduzidas: a medida que os alunos reconheciam as figuras e as classificavam corretamente, estas eram mantidas para ajudar a identificar o restante do conjunto de figuras e no outro grupo retiravam-se aquelas figuras que eram imediatamente reconhecidas. Na etapa da linguagem externa, as crianças obtêm a descrição das figuras na forma oral, cujo conteúdo constava tanto as características essenciais (tamanho da base e altura) como as características não essenciais. A solução dos problemas aconteceu também na forma verbal oral. Por fim, a forma mental da ação deu-se a partir da resolução de problemas pelos alunos, os quais tinham a resposta final para si. O controle da atividade foi feito com uma mescla das características não essenciais, com cores e formas que não foram utilizadas durante o processo de ensino e que no controle passaram a ser utilizadas com as características essenciais dos objetos. Como resultado, 97% das crianças conseguiram generalizar as características essenciais dos conceitos contidos nas figuras. Outras observações que foram feitas pelos autores do trabalho dizem respeito ao desempenho das crianças na execução das tarefas propostas aconteceu de forma rápida e sem oscilações. Com relação as tarefas controle 92% não só executaram corretamente e argumentaram todas as tarefas, mas também demonstraram segurança em suas respostas, a ponto de não mudarem a sua posição mesmo quando provocados pelos pesquisadores.

Portanto, a generalização não se dá apenas pelas características essenciais dos objetos, mas pela necessidade de trabalhar com tais características por meio da ação. Os trabalhos experimentais de Talizina mostraram exatamente isso: quando as características essenciais dos objetos não fazem parte da BOA, não é possível a generalização do conceito. Assim, o professor deve trabalhar não apenas com o conteúdo teórico generalizado dos conceitos por meio de suas aplicações, pois muitas vezes isto não orienta os alunos na resolução de

problemas, mas através da construção de atividades cujo conteúdo generalizável faça parte da base de orientação das ações. De acordo com Talizina (2008, p.87):

“Esta regularidade permite entender como se dá a diferenciação das características essenciais e gerais: o sujeito não reflete sobre todas as características gerais dos objetos como essenciais, mas só aquela que se incluem no conteúdo da base orientadora da ação.”

5.11 O caráter consciente da ação

De acordo com Nuñez (1997) o grau de consciência, dentro das etapas de assimilação propostas por Galperin devem ser entendidas como saber cumprir a ação associada ao objeto de estudo e também saber fundamentar na forma verbal o seu cumprimento correto. Compreendem o poder de argumentação do aluno em identificar e descrever corretamente a ação em todos os seus componentes, operações, condições, estratégias. Daí o grau de consciência ter uma relação com o grau de detalhamento da ação.

Podemos dizer que corresponde ao “saber fazer” a ação, ou seja, o aluno ao descrever na forma verbal, como vai resolver o problema, procura, segundo Galperin, traduzir a lógica da ação na lógica dos conceitos, facilitando a sua internalização. Outro aspecto importante do grau de consciência é que proporciona uma apropriação adequada da linguagem científica. No caso da aprendizagem das propriedades físicas dos metais ao descrever as operações, problemas e condições de realização, fazendo um relato dos procedimentos necessários a execução da tarefa, os estudantes estão tomando consciência da situação problema e ao mesmo tempo incorporando a linguagem relativa as características dos metais.

A categoria “*consciência*” se reveste de grande importância nesta tese, pois normalmente não há um privilégio das metodologias de ensino em proporcionar uma conscientização sobre os conceitos, nem constituiu objeto de estudo de pesquisas proporcionar aos alunos ou professores, o entendimento sobre os mecanismos presentes nos processos de estruturação da consciência dentro da pesquisa em ensino de ciências.

No estudo piloto, que compõe uma das etapas metodológicas desta pesquisa, a consciência está orientada, enquanto categoria de análise, na **identificação do problema** e na descrição das **condições de realização da ação** contidos na Base de Orientação trabalhada com os alunos. Justifica-se a escolha destes dois elementos em função de, dentro dos objetivos do ensino de um conceito, o professor deve proporcionar ao aluno a capacidade de saber identificar exatamente do que trata o problema ou as suas inter-relações e também dar a

conhecer as condições em que ocorrem as transformações do objeto para o entendimento do fenômeno. Por exemplo, para compreender os processos de mudança de estado da matéria é preciso saber em que condições de temperatura e pressão são possíveis a obtenção de um determinado material no estado sólido, líquido ou gasoso e a partir desse conhecimento ter consciência das suas formas de utilização.

Ao considerar àqueles elementos como necessários à formação da consciência do conceito quando operados com a BOA, estamos fundamentando a nossa idéia na definição de experiência consciente descrito por Baars e Mcgovern (1996). Segundo estes autores, dentro outras funções, a experiência consciente tem a função de definir e delimitar o objeto de estudo dentro de um determinado contexto, procurando remover possíveis ambigüidades que atrapalhem a percepção e a compreensão do fenômeno estudado. Portanto, este aspecto se relaciona com a *identificação do problema*.

Outra função relacionada à consciência diz respeito à facilidade de execução e a tomada de decisão, o que para isso faz-se necessário recrutar alguns elementos relativos ao conhecimento que, no nosso estudo com a BOA descrita por Arellano e Merino (2003) estão presentes nas *condições de realização da ação*.

Estas considerações sobre os elementos constituintes da Base Orientadora da Ação remetem aos fundamentos da atividade humana desenvolvidos dentro da Teoria da Atividade de Leontiev (2004). Segundo este autor, a realização correta de uma ação requer que os seus elementos sejam decompostos para que o sujeito tome consciência da sua atividade, dando-lhe um sentido, de acordo com sua afirmação: “A decomposição de uma ação supõe que o sujeito que age tem a possibilidade de refletir a relação que existe entre o motivo, o objetivo e seu objeto” (Leontiev, 2004, p. 85).

De acordo com Leontiev (2004), a consciência só pode ser adquirida quando fundamentada na estrutura da atividade dos indivíduos, colocada nas condições do trabalho coletivo. Nestas situações, a realização de uma atividade de trabalho por um indivíduo em particular, colabora tanto para a satisfação da sua necessidade pessoal como para a satisfação da necessidade coletiva. No trabalho coletivo, a ação toma outro sentido, que é o de colaborar com os demais para que todos possam usufruir de um bem comum. Portanto, diferentemente dos animais, a atividade que os outros realizam constitui a base material específica da atividade do indivíduo humano em particular. O que individualmente poderia não ter sentido, no contexto social toma uma dimensão em que todos podem se beneficiar. Esta é uma questão

que remete ao sentido e significado da ação numa situação de sala de aula. Ao pensar em “como” a sua ação individual interfere no trabalho coletivo do grupo, o aluno está trabalhando, na sua consciência, as relações existentes entre o sentido e o significado da ação, ou seja, aquilo que liga o objeto ao motivo da sua ação. Entende a sua ação como imprescindível para a realização da atividade como um todo e como interferente no conjunto de ações a serem realizadas para atingir os objetivos do grupo, compreendendo o seu papel e a sua relação para com os demais componentes da turma. Dessa forma, podemos dizer que a estruturação da consciência de cada estudante dar-se-á nas relações sociais estabelecidas com os colegas na realização das atividades escolares.

Uma das questões que podemos depreender dessa análise é justamente a busca de sentido para a aprendizagem dos alunos. Este é um dos grandes desafios para o ensino de química. Dessa forma creio que o tratamento da curiosidade científica como constituição de uma atividade cognitiva a ser resolvida pelo aluno indica caminhos para dar sentido ao que se ensina e significado ao que os alunos aprendem.

Assim a atividade humana está submetida desde a sua origem a relações sociais e o reflexo destas relações forma a chamada *consciência humana*. Constitui um processo vital para o sujeito, orientada para a realidade na busca de sua transformação.

Uma das características mais importantes da consciência humana é que consegue distinguir entre a atividade e os objetos, estabelecendo uma relação entre eles. Esta relação pode ser considerada imediata à medida que o objeto corresponde a uma necessidade urgente do homem ou estável quando constitui a satisfação de determinadas necessidades humanas. Assim, o objeto pode ser tanto um componente prático da atividade humana como teórico o que significa que pode ser conservado na sua consciência e torna-se uma idéia, **um conceito**. Portanto, a consciência representa para o sujeito a imagem ideal da atividade realizada. Situa o sujeito em relação ao mundo, aos outros e ao coletivo.

É dessa forma adquirida no processo de realização da atividade humana, pois na ação o homem vai utilizando os instrumentos práticos e simbólicos da sua cultura vai transformando a realidade, a partir das relações sociais que estabelece e nesse contínuo movimento da sua história, vai criando imagens e representações dessa realidade, ou seja, vai adquirindo uma consciência da sua atividade no contexto social em que vive. O que antes era elementos distintos de uma determinada situação objetiva como a motivação, o objetivo, as operações, as condições, as estratégias e plano de ação para resolver um determinado

problema, na atividade tornam-se um todo e configura o pensamento humano no momento em que as ações se internalizam como uma ação mental dotada de uma estrutura e um componente conceitual. Daí por diante, não se trabalha mais com o fato imediato, mas com a sua representação que agora se torna independente, consciente e generalizado para uma dada classe de ocorrências e fenômenos. De acordo com Nuñez (2009, p.94):

“Podemos, assim considerar que a atividade prática externa se interioriza, adquirindo a forma de uma atividade interna ideal. Dessa forma a consciência e a atividade externa não são coisas distintas, mas a forma de um único processo: a atividade humana”.

Dessa forma podemos entender que a compreensão do todo do objeto permite associá-lo às suas formas de representação material, verbal e mental, de modo que ao construirmos imagens e representações internas desse objeto, como um produto do esforço de entender as suas dimensões reais, estamos destacando, a sua essência que explica a sua razão de existir e agir. Portanto, inicialmente o pensamento se associa a sua representação externa, mas no decorrer do processo de reflexão das ações que este objeto traduz, vamos nos desvinculando da sua externalidade, tomando consciência do seu significado (conceito) e das suas possíveis generalizações.

A realização de uma ação para atender a necessidade de uma atividade pressupõe o desenvolvimento de operações e o uso de instrumentos adequados a situação dada. De acordo com Leontiev (2004), as operações realizadas pelo sujeito constituem o conteúdo da sua atividade e sofre uma transformação qualitativa no processo de trabalho.

Trazendo esta definição de Leontiev para dentro das etapas de formação das ações mentais descritas por Galperin, a mudança qualitativa dar-se em relação às formas que a ação toma no decorrer da sua realização, ou seja, tem-se inicialmente a forma material e em seguida o desenvolvimento das formas verbais externa e interna e por fim a forma mental. Cada uma dessas etapas representa uma fase qualitativamente superior à fase anterior.

Esse processo de mudança qualitativa acontece por meio da utilização de instrumentos para a realização da ação. O instrumento constitui o objeto com o qual o homem realiza o trabalho. Claro, que os instrumentos de trabalho estão em conformidade com a finalidade da ação e das operações. Conseqüentemente, a sua utilização e o desenvolvimento das operações geram uma consciência do objeto da ação nas suas propriedades objetivas. O instrumento

acaba por orientar a ação, pois “carrega em si”, dialeticamente, as propriedades do objeto e da ação, o que leva a generalização e ao conhecimento de tais propriedades.

Ao utilizarmos determinados instrumentos para a realização de uma operação, estamos construindo uma aprendizagem que engloba uma relação dialética entre o objeto da ação, as suas propriedades, o instrumento e as operações necessárias a sua consecução. Esta ligação realizada por meio da utilização do instrumento constitui a primeira generalização consciente e racional. Dessas relações podemos apreender também que o instrumento não se isola em suas propriedades físicas determinadas, mas antes de tudo é também um elemento social, pois executa certa função e foi elaborado no trabalho humano coletivo para executar uma determinada função a ela atribuída.

Por isso é importante a construção da BOA, um instrumento que encerra os materiais, as operações, os objetivos, articulados com o contexto do problema, para gerar um pensamento sobre as relações objetivas existentes entre os seus elementos constituintes, no intuito de orientar o aluno à criação de uma nova operação.

O pensamento surge então a partir da análise dos elementos, buscando a distinção e a tomada de consciência das suas interações objetivas. Assim, a via do pensamento é a via das mediações. Por exemplo, sabemos da existência de uma força de gravidade, não pela observação visível direta dessa força, mas pela dedução que fazemos, a partir da queda que os objetos sofrem, quando suspensos próximos à superfície da Terra.

Todo esse processo de entendimento da realidade não acontece por um sentimento direto, sensível que se tem dela. A percepção de um objeto não se dá apenas pela suas características físicas ou propriedades gerais, mas pelo significado que tem, e esse significado é introduzido por meio da linguagem.

Portanto, a ação do homem sobre a natureza revela uma necessidade de comunicação, ao agir sobre outros participantes do mesmo processo, por meios, modos e instrumentos que são elaborados socialmente. Daí a importância da forma verbal da ação, dentro dos processos de assimilação descritos por Galperin. Esta etapa permite a reflexão da ação mediada pela linguagem. Quando o aluno realiza a etapa verbal, deixa de agir sobre o objeto e passa a refletir sobre as propriedades gerais e específicas do objeto e passa a agir sobre os outros por meio da linguagem externa para só depois em seguida internalizar os conceitos. O domínio da ação representa a facilidade com que o aluno realiza a ação.

5.12 O caráter reduzido da ação

As ações mentais são reduzidas à medida que vão sendo formadas. Numa determinada etapa da aprendizagem parte dos conhecimentos e parte das operações adquirem uma forma nova, uma forma especial de existência. O processo psicológico de formação das habilidades mentais teria como resultado uma forma reduzida, um produto do processo de sistematização das ações, um síntese da ação realizada. Segundo Nuñez (2004): “isso constitui ato do pensamento e só é revelado o seu produto”.

Do ponto de vista pedagógico, as estratégias de ensino devem procurar seguir as etapas de apropriação dos conceitos descritas por Galperin e na fase controle verificar, por meio dos parâmetros qualitativos da ação, o produto, a ação mental deste percurso. Neste sentido, uma forma de avaliar a ação reduzida é permitir ao aluno descrever o princípio assimilado. O caráter detalhado da ação é um recurso da Teoria de Galperin muito interessante, pois a ação se diz reduzida também quando é possível o aluno restabelecer os seus componentes. Segundo Galperin (1959) *apud* Talizina (1988) a ação $5 \times 5 = 25$, deve ser resultado da transformação de ações detalhadas, verificadas no final do processo de ensino, e não objeto de estudo inicial.

5.13 O caráter assimilado da ação

O caráter assimilado da ação diz respeito às características das habilidades adquiridas pelo estudante tais como facilidade no cumprimento das tarefas, a realização das tarefas de modo automatizado, ou seja, sabendo como e porque realizá-la e a rapidez no cumprimento da tarefa. Segundo Talizina (1988) o caráter assimilado da ação é expresso pela automatização da ação.

CAPITULO 6

AS ETAPAS DE FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS

De acordo com Galperin (1992b), a ação, antes de ser mental, generalizada, reduzida e assimilada, passa por estágios intermediários. Cada uma desses estágios se estabelece à medida que a ação muda suas características e função. As etapas de assimilação originalmente foram definidas como cinco. Devido a algumas críticas recebidas sobre a ausência de questões afetivas que envolve a aprendizagem de conceitos científicos, Galperin

resolveu considerar a etapa motivacional como sendo a etapa inicial do processo de ensino. A criação desta etapa se faz necessário para que o aluno possa assumir com compromisso as ações requeridas pelas atividades de estudo.

6.1. Características das principais etapas do processo de assimilação de acordo com Galperin (1989b), Galperin (1992b) e Talizina(1988)

6.1.1 Primeira etapa

A primeira etapa é relativa ao processo de motivação dos alunos, que pode ser feita por meio de investidas à busca de significados sobre o tema de ensino, o uso de problemas por parte do professor ou até mesmo o desafio do aluno em investigar a sua curiosidade.

Originalmente Galperin não discutiu com detalhes o papel da motivação dentro dos processos de assimilação da sua teoria. Nesta Tese, a curiosidade científica está sendo considerada como um componente motivacional para aprender, ou seja, está sendo trabalhada como elemento pedagógico, considerado bastante promissor para facilitar o desenvolvimento das etapas de formação das ações mentais. Neste sentido, dentro das etapas de formação dos conceitos descritos por Galperin será avaliado se este procedimento metodológico consegue manter a curiosidade dos alunos e de que forma responde a curiosidade científica dos estudantes.

6.1.2 Segunda etapa

Nesta etapa, os alunos recebem as explicações necessárias sobre o objetivo da ação e sobre as características do objeto de estudo presente na ação, os pontos de referência, as orientações e condições para o cumprimento da ação. Constituem os fundamentos para a elaboração da Base Orientadora da Ação por parte do aluno. Esta etapa se reveste de grande importância uma vez que procura mostrar os elementos necessários e suficientes para o cumprimento da ação: o conteúdo teórico da BOA, as operações básicas da ação - orientação,

execução e controle, como e em que ordem devem ser cumpridas. O professor passa então a mostrar as suas ações mentais para os alunos na forma material ou materializada da ação. O aluno procura entender essas orientações iniciais para montar a sua própria BOA. Estes passos iniciais, ao serem feitos pelos alunos, ainda não constitui propriamente a ação, mas apenas uma representação esquemática de como ele pode agir. Deste modo, o aluno precisa entender a ação com toda clareza possível. Essa orientação inicial assinala a importância da ação para que haja a transformação e o entendimento da realidade e procura superar um fato comum na prática escolar, de que a compreensão é suficiente para a resolução adequada de problemas, como requisito fundamental aos objetivos de ensino. Por essa razão, Galperin fala sobre a apropriação da ação e daí a necessidade de ser praticada pelo próprio aluno.

6.1.3 Terceira etapa

A terceira etapa corresponde à forma de partida da ação que é a forma material ou materializada. Nesta, os alunos, por orientação do professor, utilizam objetos reais, desenhos, esquemas, modelos para representar a ação, juntamente com as operações necessárias ao seu cumprimento. É importante que o conteúdo desta fase seja composto das características essenciais do objeto a ser assimilado. Portanto, o objetivo desta fase é permitir que os alunos se apropriem da ação na sua forma material ou materializada.

Com relação ao programa de ensino, este deve ser composto de tarefas que permitam a reflexão de casos variados sobre a aplicação da ação. Outra característica dessa fase é que os alunos já procuram, ao descrever as operações, interligar-se com a forma verbal da ação que corresponde à etapa subsequente.

6.1.4 Quarta etapa (forma verbal da ação)

Segundo Galperin, nas etapas anteriores a palavra tinha uma função de orientação que o aluno captava por meio da percepção. Buscava por essa percepção a compreensão do fenômeno. Aqui a palavra é utilizada como um meio de promover a generalização, assumindo assim uma nova função, a qual corresponde a uma etapa superior em relação à forma material. Na etapa anterior a reflexão sobre a situação estudada limitava-se as suas formas materiais. Aqui, a linguagem permite que novas situações sejam colocadas, facilitando a generalização

da ação. Para isso todos os elementos que compõem a ação devem estar na forma verbal - operações, estratégias, conceitos, planos. Pode acontecer nesta etapa que algumas operações já estejam na sua forma reduzida e assimilada, e por essa razão os alunos deixam de representá-la na sua forma verbal externa. Isso pode nos indicar duas situações: primeiro que a ação já se encontra na sua forma reduzida e por essa razão o aluno não a executa verbalmente, mas a considera, ou as operações já podem encontrar-se na forma mental indicando certa automatização. A ação torna-se reduzida à medida que o aluno leva mentalmente em conta a necessidade de executá-la. Nestas etapas iniciais da ação, a automatização deve ser evitada, pois impede o cumprimento das etapas de formação das ações mentais.

Sobre esta necessidade de transformar as ações por meio da linguagem, Galperin justifica afirmando que esta fase representa um “desprendimento” do objeto material ou das operações realizadas. É importante o aluno saber explicar, argumentar por meio da linguagem, o que está entendendo. Dessa forma, a ação torna-se livre da necessidade de manipular objetos ou suas representações. Assim, os objetos são substituídos por palavras e refletidos na linguagem o que representa um esforço de generalizar as propriedades do objeto.

6.1.5 Quinta etapa

Corresponde a etapa da formação da ação da linguagem externa “para si”, ou seja, o aluno realiza uma reflexão sobre as ações, o conteúdo e as operações. Assim, começa a adquirir a forma mental, pois a ação toma características reduzidas e automáticas. Essa reflexão é muito importante dentro do processo de assimilação, pois facilita a interiorização da ação, preparando-se para a etapa seguinte que é a forma mental.

6.1.6 Sexta etapa

Diz respeito à formação da ação na linguagem interna. Tem um caráter automatizado e se caracteriza pelo fato de ser inacessível a observação. Ou seja, é o ato do pensamento propriamente dito; *“na ação mental formada, quase todo seu conteúdo real ‘abandona’ a consciência, e o que permanece, não pode ser compreendido corretamente sem a relação com os demais”* GALPERIN (1959, p. 458 *apud* TALIZINA, 1988). Nesta etapa, os alunos conseguem responder ao problema logo que recebem uma informação apropriada, pois a ação foi transformada numa imagem mental, ou seja, num conceito. Tem, portanto uma função de orientação. Agora a ação é executada mentalmente com a ajuda dessas imagens e conceitos os

quais representam a realidade. Dessa forma, o sujeito pode antever os efeitos da ação a partir da sua própria atuação, mudar as características da situação, fazer determinadas opções a partir da experiência previamente adquirida.

Leontiev (2004) explica que a atividades interna e externa fazem parte do mesmo processo que é a atividade humana e neste caso quando falamos que abandona a consciência admitimos que a imagem agora formada tem uma estrutura qualitativamente superior, o que explica que as ações mentais, ao serem formadas pelos alunos, adquirem certa independência. Assim como produto da internalização de uma atividade externa, também se converte numa ação para o exterior com o intuito de resolver uma situação-problema, a partir do momento que cria metas, estratégias, faz um plano de ação para atuar conforme estes esquemas mentais. Dessa forma, é a própria ação reduzida e simbolizada.

Podemos perceber pela Teoria de Galperin que o processo de assimilação/apropriação de conceitos científicos não é fruto de uma abstração mental das nossas capacidades cognitivas entendidas como matéria isolada da ação sobre o objeto. De acordo com Nuñez (2009): “O processo de assimilação do conceito é o processo de sua aplicação em forma de atividade.”

Nas etapas de formação das ações mentais tem-se uma mudança qualitativa, pois à medida que se desenvolve a internalização, os conceitos vão adquirindo um caráter generalizado e a ação vai sendo abreviada, reduzida, traduzindo o essencial, as características do objeto. À medida que a ação vai sendo compreendida pelo aluno, algumas etapas operacionais vai deixando de ser executada o que indica que a ação está atingindo o seu caráter reduzido. Haenen (2001) Talizina (1988) Nuñez (2009) Rezende (2003), ressaltam a importância da formação das ações mentais como um processo que reduz a ocorrência de erros.

Sobre a relação com os colegas de classe, o que antes era compartilhado, passa ser individualizado, do próprio do aluno. Os processos de transformação qualitativa das ações explicam o processo de interiorização dos conceitos.

Outro aspecto importante da apropriação conceitual por meio processo de formação das ações mentais por etapas, é ter o cuidado de não promover a automatização das ações antes da etapa a que este processo se destina, ou seja, deve ser evitado ao máximo que o aluno atrole as etapas de formação sob o risco da automatização ocorrer fora das etapas mentais, levando o aluno a “decorar” o conceito em vez de internalizá-lo, perdendo o momento adequado para a criação de habilidades inerentes ao domínio de um conceito específico. Isso não quer dizer que os conteúdos a serem ensinados devem ser submetidos a cada uma das etapas de

formação. Estas etapas devem ser entendidas como sendo passíveis de serem abreviadas, considerando que o aluno já tenha internalizado algumas de suas fases. Por exemplo, o aluno pode já ter uma compreensão da forma materializada de uma ação atribuída a um conceito, necessitando seguir as etapas subseqüentes ou mesmo já ter os conceitos internalizados e uma habilidade a este associada e não necessitar passar por todas as fases de assimilação. De acordo com Haenen (2001), as etapas de formação das ações mentais podem ser abreviadas, combinadas ou mesmo puladas, dependendo da ação a ser aprendida, da tarefa atribuída pelo professor e dos conhecimentos prévios ou já construídos pelos alunos.

As etapas de formação da ação e os seus graus de generalização e consciência representam o potencial de abstração e a qualidade da ação. Essas duas facetas da ação não podem ser compreendidas de maneira isolada. Galperin concebeu estes parâmetros de forma integrada, os quais permitem avaliar o quanto os alunos e professores estão envolvidos na condução e desenvolvimento dos processos de ensino-aprendizagem.

Uma questão muito bem colocada na Teoria de Galperin é a necessidade de controle do processo de assimilação. Esse controle não deve ser interpretado como um controle sistemático da aprendizagem por meio de avaliações. O controle se refere à atenção que deve ser dada as etapas de formação das ações mentais por parte do professor e por parte do aluno. Neste contexto, o controle é sinônimo de atenção.

6.2 A organização do controle do processo de formação das ações mentais

O controle do processo de aprendizagem por meio da Teoria de Galperin acontece normalmente durante a execução das ações, por meio do acompanhamento e avaliação do professor. Por outro lado, esta teoria permite que os alunos façam uma reflexão sobre as suas ações. Com isso adquirem experiência e conhecimento, o que se constitui dentro das etapas de formação das ações mentais como um processo auto-regulador da aprendizagem.

O controle está direcionado ao conteúdo da ação e acontece por meio da avaliação da tarefa e da sua execução. Essa avaliação, que podemos chamar de verificação é uma parte essencial do processo de controle das ações.

O controle é importante para permitir o entendimento do conteúdo sistematizado durante a execução das ações, bem como da experiência interior que o sujeito adquire da sua própria atividade. Portanto, a abreviação da ação também congrega o sistema de controle da ação, o qual se transforma numa atenção (GALPERIN, 1989 d).

O produto de uma ação mental é um modelo de ação sobre um determinado objeto de conhecimento. De acordo com Galperin (1989 d) o uso de um modelo explica duas propriedades básicas da atenção: a sua seletividade e o seu efeito positivo sobre qualquer atividade para a qual esteja associada. Para Galperin, a seletividade nem sempre expressa um interesse. Entretanto, a curiosidade científica, como objeto epistêmico, expressa uma seletividade (um interesse) e dentro do processo de controle da ação pode potencializá-la. Como o controle se associa a ação mental teríamos a conjugação de fatores (curiosidade, ação mental e controle), corroborando para a hipótese inicial do trabalho de que a curiosidade científica facilita os processos de internalização dos conceitos por meio da Teoria de Galperin.

Para o controle do processo, Talizina (1988) comenta uma pesquisa que foi realizada no intuito justamente de verificar se o controle da formação das ações deve ser realizado de forma sistemática ou esporádica; se deve ser controlado as operações ou o produto final e quem deve promover o controle se o professor, o aluno ou o colega de classe. Depois de realizado o ensino, todos os sujeitos participantes passaram por uma série de controle das tarefas com o objetivo de verificar a qualidade da ação formada de acordo com os índices:

- cumprimento correto da ação;
- tempo para a realização correta da ação
- forma da ação acessível ao aluno
- caráter consciente e generalizável da ação
- solidez da aprendizagem

Os resultados desta pesquisa mostraram que o controle por operações foi mais eficaz que o controle do produto final, permitindo a regulação durante os processos de execução.

O ideal é que o controle das ações seja realizado pelos alunos como mais uma forma de apropriação do processo de ensino.

Podemos indicar um roteiro para a execução de um controle por parte do professor, sobre os processos de formação das ações mentais. Pode ser obtido elegendo os seguintes parâmetros, que obviamente devem está de acordo com o objetivo de ensino:

- se o estudante realiza a ação programada;
- se a faz corretamente e utilizando todas as operações programadas;
- se a forma da ação corresponde à etapa dada, seguindo com o cuidado de não “atropelar” as etapas;
- se a ação se forma com vistas a sua generalização.

O controle do conteúdo da ação e de sua forma pode ser feita no decorrer da execução das tarefas programadas. Isto ajuda a garantir a execução correta das ações.

O controle pode revelar também as dificuldades dos alunos na execução das ações. A natureza do processo de assimilação se expressa na lógica da transformação das ações dos alunos, ou seja, de externas, materiais, desmembradas e não automatizadas, em ações internas, mentais, reduzidas e automatizadas. As dificuldades nos processos de assimilação podem estar associadas à deficiência de alguns conceitos prévios necessários à execução da ação, que pode ser corrigido ensinando tais conceitos, à realização de alguma etapa de forma deficiente, que pode ser corrigido, devolvendo os alunos à etapa anterior e a causas eventuais como distração, interpretações erradas de alguma orientação, que pode ser corrigido “devolvendo” a ação na mesma etapa.

Assim, o processo de controle das ações procura assegurar a aprendizagem de conceitos científicos de modo a permitir um esquema de avaliações e controle por parte do aluno, dos colegas ou do professor.

6.3 Princípios fundamentais e orientações para o ensino

A seguir reunimos os princípios fundamentais da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas e algumas orientações de ensino que decorrem dessa teoria:

1. A atividade e as ações orientam o sujeito na resolução de problemas. A atividade tem um caráter objetivo e se desenvolve no sentido de atender as demandas do sujeito, ou seja, a atividade (a ação) constitui o objeto concreto da direção;

2. O ensino deve começar com a eleição da atividade a ser desenvolvida pelos alunos e as indicações dos seus objetivos. A escolha de um determinado tipo de atividade pode ser feita por meio do conhecimento do caráter específico das tarefas para cuja solução se organiza o ensino;
3. A eleição do tipo de base orientadora da ação que vai guiar os alunos na resolução de problemas. De acordo com os estudos de Talizina (1988), as bases do tipo II, III e IV, são mais eficazes no processo de ensino/aprendizagem;
4. Seguir as etapas de formação das ações mentais, ou seja, inicialmente representar o objeto da ação na sua forma material ou materializada e prosseguir nas demais formas (verbal e interna). Para conseguir, por sua vez, um desenho adequado da forma materializada, deve-se atentar para a apresentação da atividade formada ou dos seus novos elementos. A ação a ser construída, a partir desta etapa deve conter:
 - os objetos para os quais a ação deve ser dirigida por meio de tarefas adequadas
 - a indicação do objetivo a ser alcançado que obviamente compreende a própria ação;
 - A indicação do conteúdo da base orientadora da ação;
 - A indicação de todas as operações que formam as ações e a ordem do seu cumprimento.

As tarefas, por sua vez, devem obedecer: o objetivo de ensino (a forma da ação, a generalização, a rapidez) e as etapas de assimilação. No desenvolvimento das etapas de assimilação, o professor deve indicar as formas de realização da ação.

Para que haja generalização é preciso a realização de tarefas que reflitam sobre as propriedades específicas do objeto. Daí como forma de avaliação do cumprimento correto das ações é indispensável medir pelo menos o grau de generalização e o grau de consciência das ações. De forma geral a medida da generalização pode ser estabelecida da seguinte forma: O sistema de características necessárias e suficientes do novo conceito se dá aos alunos na forma materializada. Em seguida, os alunos são ensinados a identificar as características isoladas deste conceito nos objetos concretos. Depois os alunos devem realizar tarefas (exercícios teóricos e/ou prático) para incluir os objetos nos conceitos.

Para esta ação, os alunos não recebem nem a regra lógica de reconhecimento das características, nem a prescrição para resolver as tarefas relacionadas a referida classe de

conceitos. Assim, a solução correta dos principais tipos de tarefas dessa nova classe só é possível se o aluno houver transferido a parte lógica da ação formada nos conceitos anteriores. Dessa forma é possível avaliar o grau de generalização da ação.

O grau de consciência da ação pode ser avaliado pela capacidade dos alunos em demonstrar por meio de argumentos sólidos, o modo de execução correta da ação. Nessa argumentação deve constar a lógica de uso das operações e os procedimentos de inclusão do conceito na ação correspondente. Considero também como um aspecto importante para a medida do grau de consciência da ação, o aluno utilizar de forma articulada os elementos que compõem a base orientadora da ação, demonstrando assim que conhece e utiliza corretamente o contexto das condições necessárias e suficientes para a realização da ação. Tal articulação aparece nas respostas sobre as tarefas. Quanto mais elementos o estudante utiliza dentro das circunstâncias exigidas para a resolução do problema mais se revela consciente sobre os elementos da realidade objetiva que compõe o problema.

CAPITULO 7

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O percurso metodológico desta investigação é composto por várias etapas: uma etapa preparatória para investigar as relações que a curiosidade dos alunos tem com os conteúdos curriculares de química, como forma de apontar as suas potencialidades pedagógicas. Depois elaboramos um estudo piloto para investigar a curiosidade científica dos estudantes tratada por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin. De posse dos resultados deste estudo foi elaborado uma intervenção com o propósito de construir uma abordagem de ensino com nos pressupostos teóricos de Galperin. A ultima etapa é constituída pelo estudo do

modelo de ensino denominado de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) realizada em Portugal como forma de avaliar e validar a abordagem construída frente à ABRP, já consagrada na área de Ensino de Ciências.

7.1 Etapa preparatória com a curiosidade científica

Este estudo das potencialidades da curiosidade científica na motivação dos alunos para a aprendizagem em ciências foi realizado com estudantes do nono ano do Colégio de Aplicação da UFPE em dezembro de 2008. Participaram nove estudantes que foram expostos a várias imagens relativas às propriedades dos metais com o intuito de investigar os seus interesses sobre o tema. Foi utilizada a técnica do grupo focal para centralizar a discussão nas propriedades físicas e químicas dos metais e verificar, a partir da discussão, a curiosidade dos alunos. Foi realizada uma sessão de 90 minutos, na qual os alunos se orientaram pelas seguintes perguntas:

- Escolha a(s) imagem/imagens que você achou mais interessante. Explique a sua escolha.
- Qual o conteúdo escolar que você vê nas imagens que você escolheu? Explique.
- Qual dos fatos retratados nessas imagens que você escolheu você gostaria de saber mais?

Quando perguntado sobre o conteúdo, pressupõe-se que o aluno já tenha estudado tal conteúdo. Esta pergunta é bastante importante no estudo tendo em vista a necessidade de estabelecer a relação que a curiosidade do aluno tem em relação aos conteúdos escolares e também estabelecer se a curiosidade é suscitada por temáticas mais relacionadas ao cotidiano e dessa forma já do conhecimento do aluno ou se está mais interligada aos conteúdos do ensino de química.

O uso das imagens teve o intuito de despertar a curiosidade dos alunos e orientar o estudo sobre a temática da curiosidade de cada aluno. Os resultados dessa investigação foram publicados na Revista *Ensenanza de las Ciencias* em setembro de 2009. O artigo completo está nos Anexos.

Como resultado, os alunos demonstraram interesses por fatos que já conheciam. Mas, foi interessante perceber que algumas das escolhas curiosas se deram, justamente, por imagens relativas a fatos ou figuras desconhecidas, indicando que a curiosidade científica pode ocorrer, tanto sobre idéias conhecidas como também sobre idéias que os alunos têm

consciência de desconhecerem, mas que em ambos os casos desejam saber mais. De posse destes resultados preliminares, que indicaram boas possibilidades pedagógicas para a curiosidade científica, foi elaborado um estudo piloto a fim de desenvolver uma abordagem de ensino de química, tratando a curiosidade dos alunos por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin.

Excetuando-se a etapa preliminar, as demais etapas basearam-se numa a intervenção pedagógica.

7.2 Intervenção pedagógica

Foram desenvolvidas estratégias didáticas, dotadas de um plano de intenção, com roteiro detalhado de ações, devidamente fundamentadas em concepções teóricas e metodológicas de aprendizagem a serem desenvolvidas, cujos objetivos foram elaborados em decorrência do diagnóstico levantado na escola. No caso desta tese, o problema foi levantado a partir da literatura científica sobre o tratamento dado a curiosidade dos alunos. De fato, os encontros propostos tiveram um caráter de intervir no processo de ensino e aprendizagem que normalmente os alunos estão acostumados a vivenciar.

Os encontros realizados durante as intervenções pedagógicas tiveram a seguinte dinâmica:

- Apresentação da temática de forma contextualizada e por meio de um texto especialmente elaborado para os propósitos da pesquisa, seguida de discussões orientadas por pelas curiosidades dos alunos (apêndices);
- Definição e inclusão das características essenciais das propriedades físicas e químicas dos materiais na ação;
- Realização de experimentos (quando for o caso) seguida de discussões orientadas pelas observações e questões referentes aos fenômenos estudados;
- Uso da Base Orientadora da Ação do tipo IV, proposta pelo professor, para a resolução de problemas.

Utilizaram-se dois modelos gerais de Base Orientadora da Ação. Estes dois modelos foram do tipo IV (geral, completa e fornecida aos alunos). Foram propostos por Arellano e Merino (2003) – Estudo Piloto- para orientar os alunos na resolução das suas curiosidades e

por Rovira e Sanmarti (1996) para resolver a lista de exercícios no final das intervenções – Estudo Piloto e II Estudo.

Podemos então sintetizar a abordagem de ensino adotada, por meio do Tabela 2.

Tabela 2: Etapas do processo de ensino e aprendizagem para o estudo piloto com base na Teoria de Galperin

MOTIVAÇÃO	BOA	AÇÃO MATERIAL	PLANO DA LINGUAGEM	PLANO MENTAL
Curiosidade dos alunos	Elementos da realidade objetiva a ser investigada;	Testagem das propriedades físicas e químicas dos materiais	Discussão das curiosidades e propor possíveis resoluções. Resolução de problemas sobre as propriedades dos materiais	Aprendizagem das propriedades dos materiais. As atividades anteriores tornam-se internalizadas; formação da atividade mental
Situações de ensino contextualizadas	Explicações dos itens da BOA;	Estudo em duplas	Discussão em duplas e no grande grupo	Formação de habilidades

Fonte: Ribeiro (2008)

Como mostrado na tabela 2, a abordagem de ensino se desenvolveu a partir da curiosidade dos alunos que foi materializada com base na BOA. Prosseguiu-se com a discussão dos dados obtidos e a resolução individual de problemas sobre as propriedades físicas dos metais.

Os procedimentos gerais, do ponto de vista do trabalho didático, foram:

- A clareza do conceito e de suas propriedades nomeadamente as propriedades físicas e químicas dos materiais;
- O procedimento lógico escolhidos para se planejar a situação de ensino que inicialmente se processa pela definição dos conceitos a serem trabalhados.
- a definição dos conceitos — para a conscientização das propriedades necessárias e suficientes.
- o desenvolvimento da atividade com o conceito, em função do procedimentológico a ser trabalhado com vistas a atingir os objetivos reais ou sua representação, para materializar o conhecimento dos conceitos com base nas propriedades essenciais;
- a identificação e utilização das propriedades dos metais para resolução de

tarefas, estabelecendo-se a relação entre os conceitos e os objetos analisados.

É importante ressaltar que a definição de conceitos no contexto da teoria sócio-histórico da qual emergem as contribuições de Galperin para a formação das ações mentais, não é feita pela descrição sumária das propriedades do objeto. Essa definição serve de base para a definição e realização das ações pelos alunos e que sejam adequadas a compreensão das propriedades físicas e químicas dos materiais.

Na intervenção pedagógica, inicialmente descreveremos sistematicamente as suas etapas e os respectivos encontros realizados na escola. Em seguida serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir destas intervenções.

No caso do Estudo Piloto, os encontros iniciais do I ao V procuram definir as propriedades necessárias e suficientes dos materiais, no caso os metais, desde a sua origem nos minérios aos diversos usos de suas propriedades. Definir, conforme a lógica dialética, não significa dizer o que é o objeto, mas realizar-se uma operação que estabeleça com exatidão o sistema de propriedades necessárias e suficientes de uma classe de objetos, de modo que se revele a extensão dessa classe, compreendendo-se a totalidade dos objetos que podem ser aplicados ao dito conceito ou que dele façam parte. De fato, na prática com os alunos a definição foi além a descrição compondo-se das ações que traduzem as propriedades dos metais.

Segundo Talízina (2001), a definição é um dos procedimentos que ajuda na realização de ações com os objetos, para o reconhecimento das propriedades necessárias e suficientes do conceito. Dessa forma, é possível adquirir-se o conhecimento para por meio de um esforço de incluir os objetos que possuem o conjunto dessas propriedades no conceito que os generaliza. Assim, o procedimento lógico da identificação pressupõe a definição do conceito.

7.2.1 O invariante conceitual

De acordo com Rezende (2003) o invariante conceitual dentro da Teoria de Galperin está diretamente envolvido com as situações descritas nos problemas postos para os alunos resolverem, o que pode ajudá-los a desenvolver habilidades importantes, como o domínio de uma técnica de análise, a partir do conhecimento das características essenciais do objeto.

Devemos considerar também que os problemas a serem resolvidos conforme as orientações de Galperin não encerram apenas os aspectos objetivos, materiais da ação, de modo que possamos pensar ser necessário apenas fazer para aprender, pois dessa forma estaríamos negligenciando os aspectos da orientação conceitual que a teoria valoriza. Tomando como referência que a aprendizagem só acontece a partir do estabelecimento de uma ação mental é preciso garantir a interrelação teoria/prática nos processos de ensino pautados por tal referência. Para isso, segundo Rezende (2003) é preciso revelar o conteúdo conceitual da ação da seguinte forma:

- Desdobrar a ação nos seus componentes operacionais, permitindo aos estudantes executá-los separadamente e, depois, recompô-los, inicialmente com a ajuda do professor e depois de forma independente. Esta descrição está centrada nos componentes de execução da ação;
- Identificar um conceito operacional geral, descobrindo um aspecto comum a todas as situações-invariante- que compõe o cerne do problema a ser resolvido. Esta orientação se baseia na tomada de consciência das propriedades aplicativas dos conceitos operacionais para a solução do problema.

Nesta tese, o invariante conceitual é definido como uma unidade de análise que possui as características básicas do todo. Dessa forma, o invariante é compreendido como uma propriedade do sistema e não do conceito em si.

É preciso considerar também que na prática nem sempre é possível determinar apenas um invariante conceitual presente na situação problema a ser resolvida. Neste caso, devemos considerar também a possibilidade de trabalharmos com um conjunto de propriedades que caracterizam os objetos, dada a variedade de utilização que podem tomar. Assim, quanto maior for à aplicação do conceito operacional, para o maior número de problemas particulares, mais importante esta indicação toma no direcionamento da ação. Este fato sugere aos professores a necessidade de se esforçar para descobrir e utilizar os conceitos gerais que por ventura estejam presentes no maior número possível de problemas que representem situações particulares e situações gerais, possibilitando um maior alcance e uso da informação científica, por meio da generalização e da consciência.

7.3 Estudo I (piloto)

7.3.1 Considerações Iniciais - Invariante conceitual do Estudo Piloto

O invariante conceitual, que está sendo trabalho nas atividades de ensino deste estudo piloto, pode ser organizado pelas propriedades gerais apresentadas por todos os metais. Como explicar as propriedades físicas e químicas dos metais? Como podemos dar uma explicação que possibilite entender, porque podemos forjar os metais, aquecê-los até ficar incandescentes, torcê-los, riscá-los, sem que se danifiquem, quebrem, esfurem, como certamente aconteceria com outros materiais como papel, plástico ou madeira? Como isso acontece sem que as propriedades que foram estudadas sejam modificadas? Por que temos

metais duros, resistentes e ao mesmo tempo leve como o alumínio? Vamos estudar agora o que provavelmente explica esse comportamento dos metais e suas ligas.

Os metais são formados por átomos de um mesmo elemento químico. Esses átomos interagem para formando a ligação metálica. A peculiaridade deste tipo de ligação é determinada pelo modelo do mar de elétrons em que os átomos dos metais estão envolvidos por uma grande quantidade de elétrons das camadas de valência. Este fato se constitui a **unidade**, o **invariante** conceitual aqui tomado para explicar os fenômenos físicos e químicos que acontecem envolvendo os metais e que está presente na Base Orientadora da Ação. As explicações foram extraídas de SANTOS et al (2005) e MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI (1990).

Estudos sobre a constituição de materiais metálicos, por meio de técnicas de difração de raios X, demonstram que os átomos estão organizados em redes cristalinas, ou seja, estão distribuídos espacialmente de forma organizada e sistemática. O arranjo cristalino é a forma como os átomos estão organizados e também pode ser denominado retículo cristalino metálico. Essa ordenação depende basicamente do raio e da carga nuclear dos átomos envolvidos.

Esses átomos irão interagir de forma que o núcleo de cada átomo atraia os elétrons mais externos de seus vizinhos. Sendo os átomos iguais, essas interações também serão iguais em todas as direções.

Os elétrons da camada de valência de átomos de metais são fracamente atraídos por seu núcleo. Com isso, esses elétrons têm certo grau de liberdade que lhes permitem transitar facilmente entre os átomos do material. Esta característica explica a alta condutibilidade elétrica que geralmente os metais apresentam. Como estes elétrons estão fracamente atraídos, isso permite que esses átomos fiquem com carga positiva. É justamente esse modelo de cargas livres transitando por átomos positivos que explica a coesão entre os átomos dos metais. Os elétrons livres presentes nos metais configura o que se convencionou chamar de “mar de elétrons”. Como os elétrons estão livres, mas continuam ao redor do átomo esses são considerados eletricamente neutros. Dessa forma podemos concluir que os elétrons dos metais podem mover-se por toda a rede cristalina, explicando que a ligação metálica não é direcionada a um átomo específico, o que permite entender a diferença entre metais e substâncias iônicas e conseqüentemente a diferença nas propriedades, como a condutividade elétrica no estado sólido que acontece com os metais e não acontece com as substâncias

iônicas, a maleabilidade que permite moldar os metais e não é atribuída as substâncias iônicas que são quebradiças.

A maleabilidade e a ductibilidade é uma das características mais importantes na produção de objetos metálicos. Pela maleabilidade sob uma força externa os átomos são deslocados e a nuvem de elétrons se ajusta rapidamente para que a interação entre os átomos não seja desfeita e ocorra quebra do material. Dessa forma são obtidos lâminas e fios, pois os átomos dos metais são facilmente deslocados em camadas, o que não acontece com sólidos iônicos, o que explica, por exemplo, não existir lâmina de cloreto de sódio. A figura 7 mostra o modelo geral da ligação metálica. Percebe-se que os elétrons transitam livremente entre os íons metálicos de modo que não tem um direcionamento de um íon a outro.

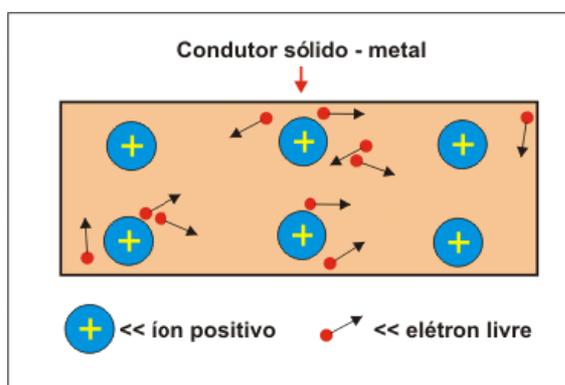


Figura 7. Modelo da ligação metálica. Fonte: Google Imagens

Dessa forma pode-se afirmar que a ligação metálica *é a interação entre átomos envolvidos em uma nuvem formada por seus elétrons de valência.*

Esse modelo também explica outras propriedades macroscópicas dos metais como o brilho, o qual é devido as oscilações que acontecem com os elétrons dos metais quando expostos a luz. Dessa forma os metais apresentam brilho e cor.

Outra característica interessante dos metais é a densidade que permite uma maior compactação dos átomos e varia conforme a massa atômica.

A propriedade química dos metais estudada foi a oxidação. Esta também é apoiada sobre a capacidade que os metais têm de doarem elétrons nas reações químicas, devido à grande mobilidade dos seus elétrons livres, o que explica a sua capacidade de oxidar-se, sofrendo um processo conhecido como corrosão. Este fenômeno foi o mote para relacionar as

propriedades químicas dos metais a determinadas situações cotidianas em que a corrosão é acentuada, como por exemplo, em regiões litorâneas devido à maresia.

Essa abordagem também facilitou o entendimento das ações corretivas que normalmente as indústrias realizam para conter a corrosão. Enfatizou-se que estas ações são aplicadas em função do conhecimento teórico sobre as propriedades químicas dos metais, o que também explica a necessidade que as pessoas têm de lixarem e pintarem os portões de ferro, dando uma maior durabilidade ao material.

Como o processo de oxidação dos metais acontece em contato com um determinado meio reativo (exposição direta ao ar, soluções ácidas, alcalinas ou soluções salinas) tem-se o que se convencionou chamar reações de oxi-redução, pois à medida que o metal perde elétrons(oxidação) a outra espécie química em contato com ele recebe estes elétrons (redução). Esta é a base da eletroquímica, que estuda as reações que envolvem a produção de energia elétrica a partir das reações de oxi-redução.

Seguindo as formas da ação temos, do I ao V encontro, as *forma material e materializada da ação sobre as* propriedades gerais e específicas dos metais. No VI encontro, temos a *forma verbal externa da Ação* e no VII a *forma Verbal Interna da Ação*. Do VIII ao X encontro temos o utilizamos as etapas de formação dos conceitos para trabalhar o modelo de ligação metálica. Entretanto, devido a as proximidades do final do ano letivo e início das provas, não foi possível aplicar uma avaliação desta última etapa do estudo piloto.

O estudo piloto foi proposto como matéria de avaliação das potencialidades da curiosidade científica e da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin a serem implementadas como uma abordagem para o ensino de química numa turma do 1º ano do Ensino Médio. Esta possibilidade de trabalhar a curiosidade por meio da Teoria de Galperin foi apontada pelos estudos teóricos realizados através da revisão da literatura, na qual a possibilidade de aliar a Teoria de Galperin ao trabalho com a curiosidade para a construção de uma abordagem de ensino de química não foi constatada. Nesta revisão, encontramos muitas publicações que trabalham a curiosidade científica com crianças e adolescentes e até adultos numa perspectiva mais cognitivista e behaviorista. Com relação aos trabalhos com a teoria de

Galperin, muitos estudos iniciais foram desenvolvidos com crianças alfabetizadas e não alfabetizadas e com estudantes e professores em nível superior.

7.3.2 Objetivos

- Investigar, por meio das Bases Orientadoras da Ação, a manutenção da curiosidade científica dos alunos em situações de ensino contextualizadas;
- Analisar a uso da Base Orientadora da Ação (BOA) do tipo IV pelos alunos na resolução de problemas;
- Analisar o grau de consciência dos alunos a partir do uso da BOA;

7.3.3 Desenho metodológico

De posse das potencialidades da curiosidade científica em despertar o interesse dos alunos na aprendizagem em química e para tratar dos objetivos desta tese, foram realizadas dez intervenções pedagógicas com o intuito de desenvolver uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos alunos e tratada por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin (1989). Estas intervenções foram realizadas com um grupo de nove alunos, com idades entre 15 e 16 anos, do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ageu Magalhães, localizada no bairro de Casa Amarela, no Recife. O critério de escolha dos alunos foi o seu interesse na disciplina e a adesão voluntária ao projeto. O interesse na disciplina foi livremente declarado pelos alunos. O nome dos alunos foram alterados para preservar os seus nomes originais, conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Os encontros aconteceram duas vezes por semana, como atividade extra-curricular, à tarde, após o turno regular e tiveram a duração de duas horas cada, perfazendo um total de 20h/aula.

Este estudo foi desenvolvido em quatro etapas:

- a) Avaliação da Base Orientadora da Ação (BOA) proposta pelo professor;
- b) Vivência do processo de formação de conceitos por meio da BOA;
- c) Elaboração da BOA pelos alunos;

- d) Explicação dos modelos atômicos relativos às propriedades físico-químicas dos metais.

A temática escolhida foi ***OS METAIS*** e os conteúdos abordados foram:

- Introdução ao Estudo dos Metais
- Minérios metálicos, ligas metálicas, sais minerais
- Processos de extração dos metais

Propriedades físicas dos metais

- Dureza
- Maleabilidade
- Ductibilidade
- Condutividade térmica e elétrica
- Uso industrial e artístico dos metais

Propriedades químicas dos metais

- Oxi-redução (extração do ferro), corrosão.
- Número de Oxidação
- Reações de Oxi-redução
- Balanceamento de Equações de Oxi-redução

Procurou-se desenvolver estes conteúdos por meio de intervenções pedagógicas baseadas nos aportes teóricos e metodológicos já descritos.

7.3.3.1 (I Etapa) – Avaliação da Base Orientadora da Ação (BOA) Proposta pelo Professor

I Encontro

O primeiro encontro teve como objetivos:

- Avaliar a potencialidade BOA em permitir aos alunos participantes exporem as suas curiosidades;
- Avaliar o nível de conhecimento dos alunos sobre as propriedades físicas dos metais.

Os alunos foram orientados a trabalharem com a Base Orientadora da Ação (BOA), considerada geral, completa e elaborada pelo professor, do tipo IV (ARELLANO e MERINO, 2003) conforme a figura 8. O uso da BOA, dentro da Teoria de Galperin, corresponde a etapa da orientação para a ação.

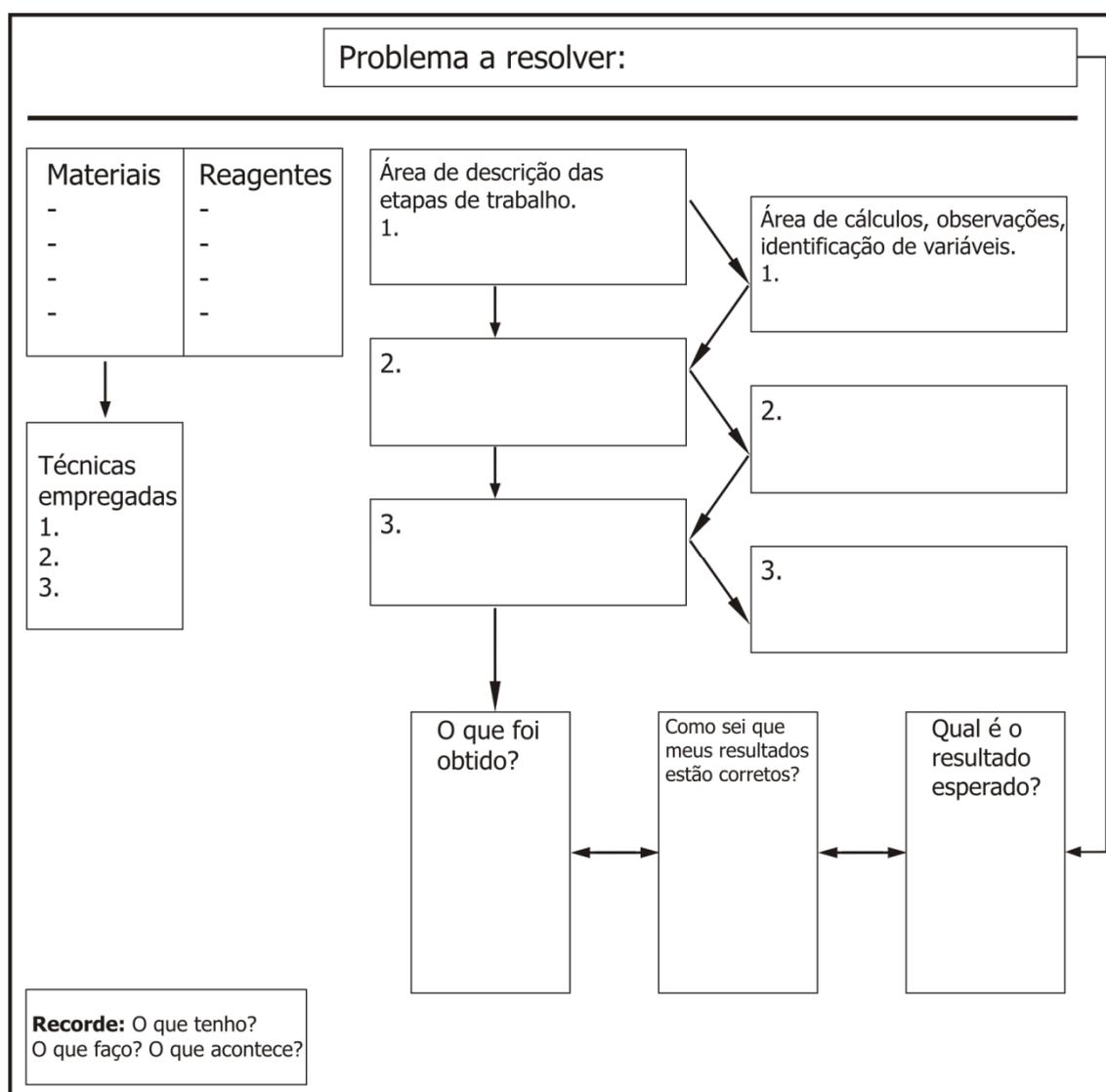


Figura 8. Base Orientadora da Ação. Fonte: Arellano e Merino, 2003.

Do ponto de vista do desenvolvimento pedagógico do conteúdo de química, as atividades iniciais tiveram o intuito de discutir a importância dos metais na nossa vida, a forma como aparecem nos alimentos (sais minerais) e os seus usos em outras áreas, tais como a medicina (implantes cirúrgicos) e a odontologia (as restaurações e implantes dentários), bem como o potencial poluidor que os diversos tipos de metais podem desencadear no solo e nos corpos d'água. Este primeiro encontro procurou apresentar as amplas possibilidades de compreensão dos conceitos químicos e o uso que fazemos desta ciência por meio dos metais. Assim, foi mostrada uma caixa de minerais com diversas amostras de minérios metálicos na forma de sulfetos e óxidos (figura 8). Chamou-se a atenção dos alunos para o brilho de alguns minérios, a cor, a textura das rochas e foi sugerido manusearem e descreverem as características observadas. Também foram mostrados os produtos obtidos com a extração e beneficiamento dos metais - objetos domésticos como frigideira, talheres, peças de inox, etc.. Os alunos manusearam também pequenas amostras, algumas oxidadas de metais como ferro, alumínio, fios de cobre e ligas metálicas como latão e aço inoxidável, adquiridas numa empresa de sucata.

A idéia era apresentar e discutir com os alunos os metais nas diversas formas em que são encontrados e utilizados - dos minérios, passando pelo seu uso doméstico, até chegar à ferrugem (e outras oxidações) que acaba “devolvendo” ao metal a sua forma oxidada.

Após as discussões, os alunos fizeram uma leitura silenciosa do texto, o qual buscava sistematizar os conteúdos apresentados. Foi pedido aos alunos que resolvessem o seguinte problema:

Descreva uma situação do cotidiano de vocês, ou criem uma situação em que os metais podem ser utilizados como uma solução.

A descrição da situação problema se relaciona com a curiosidade dos alunos. A idéia é pensar numa ação, a partir da BOA, que requer o uso de metais mais adequados para resolver a situação planejada, tipo: ***preciso fazer ou construir... ou preciso de tal ferramenta... usando tal metal ou liga de tal forma... resolvo o problema ou melhora a situação...***

A questão tinha o objetivo de orientar os alunos para o entendimento de que o uso que fazemos dos metais está relacionado às propriedades que apresentam. Ou seja, cada material, a partir da suas características e propriedades, pede um uso, uma ação. As respostas foram

dadas individualmente e em seguida discutidas no grande grupo. Para isso os alunos guiaram-se pela BOA, dada pelo professor.

O uso desta Base Orientadora da Ação se destina a resolver a curiosidade/problema elaborada pelos alunos sobre as propriedades físicas e químicas dos metais. Os alunos vão trabalhar com as propriedades dos metais para ter consciência de como essas propriedades funcionam na prática, as quais estão baseadas na estruturação físico-química dos metais em nível atômico. Acredita-se que, pelo estudo das propriedades e por meio do desenvolvimento de ações relacionadas a elas, será possível a generalização e a consciência do uso das informações científicas.

De acordo com Galperin (1989c) a **Base Orientadora da Ação** deve ser provida de todas as informações necessárias para que os alunos compreendam a situação em que estão envolvidos e possam realizar corretamente a ação para a resolução do problema. Para isso todos os conceitos devem necessariamente fazer parte da ação, formando o par conjugado conceito/ação, a fim de serem utilizados de maneira consciente pelos aprendizes.

II e III Encontros

O segundo e terceiro encontros procuraram sistematizar os resultados apresentados pelos alunos, fazendo uma leitura comentada do texto sobre as propriedades dos metais, discutindo com eles outras respostas possíveis a questão e mostrando também como tais respostas estavam relacionadas às propriedades que os metais tem para resolver a situação planejada. Além disso, trabalhou-se como forma de revisão dos conteúdos desta primeira etapa uma tabela que traz a composição qualitativa e quantitativa de várias ligas metálicas e uso que se faz destas (Apêndice A). Esta discussão se relaciona com a BOA à medida que ressalta a importância das condições reais e objetivas que temos para resolver um determinado problema, do uso de instrumentos e métodos que dispomos e que estes elementos compõem uma ação específica para internalizar os conceitos.

7.3.3.2 (II Etapa) - Vivência da Base Orientadora da Ação

IV Encontro

Teve como objetivos:

- Fazer os alunos reconhecerem, através de algumas provas mecânicas, as propriedades físicas e químicas dos metais: dureza, maleabilidade e ductibilidade, condutividade térmica, condutividade elétrica e oxidação.
- Identificar a variabilidade de produtos e formas dos metais que podem ser obtidas a partir de suas propriedades físicas, relacionando corretamente a propriedade ao uso do metal para a produção de diversos utensílios domésticos.
- Resolver alguns problemas em que as propriedades físicas dos metais estejam intrinsecamente relacionadas.

Neste encontro, priorizou-se a testagem de algumas propriedades físicas dos metais, conforme os procedimentos definidos num roteiro previamente entregue aos alunos (Apêndice B). Esses procedimentos orientavam os alunos na realização de testes mecânicos simples, com base nas propriedades de dureza, maleabilidade, ductibilidade e condutividade térmica dos metais. Tais procedimentos e ações foram construídos de acordo com as orientações contidas em Galperin (1989c) conforme as seguintes orientações:

- a) uma noção clara do objetivo a ser alcançado conforme a propriedade a ser testada;
- b) uma descrição das características da ação
- c) uma apresentação dos recursos e instrumentos necessários à ação, destacando as suas características e indicando as maneiras como podem ser utilizados na prática;
- d) considerações sobre as circunstâncias contextuais que influenciam diretamente na situação problema, determinando, de certa maneira, a influência que exercem sobre a identificação da alternativa de ação mais adequada;
- e) organizar as orientações numa seqüência lógico-formal que direcione a ação para a solução de problemas.

A dureza foi testada pelo risco e pela resistência à penetração. A maleabilidade e a ductibilidade correspondem às propriedades que os metais têm de serem laminados e transformados em fios, respectivamente. Essas propriedades foram discutidas com os alunos recordando o esquema simplificado da extração do ferro, de onde se obtém chapas laminadas para a produção de aço e outras ligas metálicas. Foi mostrado ainda fios de cobre, e foi produzido fios de alumínio a partir de folhas de alumínio.

Durante a realização dos procedimentos o professor sempre chamava a atenção para a diversidade de formas e objetos que podem ser obtidos a partir das propriedades dos metais,

mostrando painéis de alumínio e também talheres e recipientes de aço inox. Aos poucos, foi sendo introduzida a idéia de compreender as propriedades físicas dos metais, realizando ações que procuravam internalizar os conceitos de maleabilidade, ductibilidade, dureza e condutividade térmica e oxidação.

Procurou-se resgatar os conteúdos até então trabalhados como os minérios, a extração do ferro e a constituição das ligas. Por exemplo, existem vários “tipos” de ligas ferro, cuja constituição varia conforme o uso a que se destina. Foram apresentadas algumas amostras de ligas de ferro com massas diferentes (mais leves ou mais pesadas).

Por razões de segurança a condutividade elétrica não foi testada, mas foi discutida em função dos metais mais utilizados para essa finalidade.

Após a realização das ações foi sugerido aos alunos resolverem algumas questões sobre cada uma das propriedades estudadas. Os resultados foram discutidos no coletivo.

V Encontro

Para o V encontro foi planejada uma visita a uma fábrica de carrocerias metálicas em Camaragibe na Região Metropolitana do Recife e à sala de armas e armaduras do Instituto Ricardo Brennand no bairro da Várzea.

Os objetivos foram:

- Conhecer outros contextos de produção e uso dos materiais metálicos;
- Identificar as propriedades dos metais que estão presentes no processo de fabricação e como estas propriedades estão sendo manipuladas e transformadas.
- Atentar para as estéticas dos materiais metálicos que a forja dos metais proporcionam: a produção em série da fábrica e a personalidade, a orientação religiosa, os cuidados e a vaidade que o uso de armas e armaduras ostentava nos tempos medievais.

Os alunos receberam as orientações conforme a BOA trabalhada em sala de aula e presente roteiro descrito na seção dos apêndices.

Na fábrica de carrocerias foi pedido aos alunos não apenas se guiar pela BOA, contida no roteiro, que já vinha sendo trabalhada em sala de aula, mas também fazer observações sobre o modo de produção das carrocerias, a maneira como os operários trabalham com as ferramentas, fazer anotações e perguntas ao encarregado da produção, as quais não necessariamente tinham que ser idênticas as perguntas do roteiro. No caso das armas e

armaduras as observações deveriam está centrada no trabalho artístico e quase personificado das peças expostas, procurando fazer um contraponto entre as carrocerias e as armaduras, considerando as finalidades e usos que os metais podem proporcionar a partir de suas propriedades físicas e químicas. O resultado das observações e anotações dos alunos foi discutido no encontro seguinte.

7.3.3.3 (III Etapa): Elaboração da BOA pelos alunos

VI Encontro

Este encontro serviria para discutir as anotações e observações dos alunos, conforme a BOA contida no roteiro de visita. No entanto, a maioria dos alunos anotou as explicações sobre o processo de fabricação das carrocerias, dadas pelo encarregado de produção, sem procurar relacioná-las à Base de Orientação. Limitaram-se a responder diretamente as questões feitas ao encarregado. Devido a este fato, o planejamento da discussão das observações dos alunos foi alterado, centrando-se na produção das carrocerias, a qual foi relacionada aos elementos fundamentais da ação nomeadamente a orientação, a execução e o controle-regulação (TALZINA, 1988). O professor então procurou organizar as observações dos alunos conforme tais fundamentos, fazendo algumas perguntas aos alunos, tais como:

Qual era a orientação que a fábrica tinha para receber as matérias-primas?

Como os funcionários deveriam proceder sobre o corte e soldagem das peças?

Existia, aparentemente, um plano geral para fabricar as carrocerias?

Depois da carroceria montada, pronta, tinha como avaliar se a peça ficou boa?

Assim este encontro teve o objetivo de:

- Discutir com os alunos um esquema básico geral para elaboração de uma BOA
- Analisar a visita realizada por meio da estrutura funcional da ação: orientação, execução e controle-regulação
- Organizar as observações dos alunos dentro da estrutura funcional da ação com o intuito de permitir que os mesmos elaborem a sua própria BOA.

Os resultados das observações realizadas na fábrica de carrocerias e no Instituto Ricardo Brennand foram organizados conforme a Tabela 5, contida no tópico “resultados”. O professor deu uma explicação sobre o significado de cada elemento que compõe a estrutura funcional da ação.

É importante salientar que este esquema foi assim exposto no quadro, mas não segue uma seqüência linear rígida. Inclusive esta disposição da estrutura da ação foi esclarecida para os alunos no sentido de não utilizarem como algo que deve ser rigorosamente seguido, mas sim como um instrumento para organizar melhor o pensamento de cada um, de acordo com as observações e registros realizados *in loco*. A ordem descrita na tabela ilustra apenas a organização para discutir tal estrutura na situação de sala de aula. Pediu-se, então, a cada aluno para preencher o quadro conforme os seus registros e em seguida promoveu-se a discussão dos resultados coletivamente.

VII Encontro

Este encontro tinha o objetivo de:

- Orientar os alunos a resolverem as situações problemas sobre as propriedades físicas dos metais a partir da BOA elaborada por eles
- Avaliar o processo de internalização dos conceitos ocorridos por meio da B.O.A com relação aos critérios de generalização e consciência.

O sétimo encontro diz respeito a resolução de questões sobre as propriedades dos metais. Estas questões deveriam ser resolvidas usando a BOA do tipo IV (figura 9).

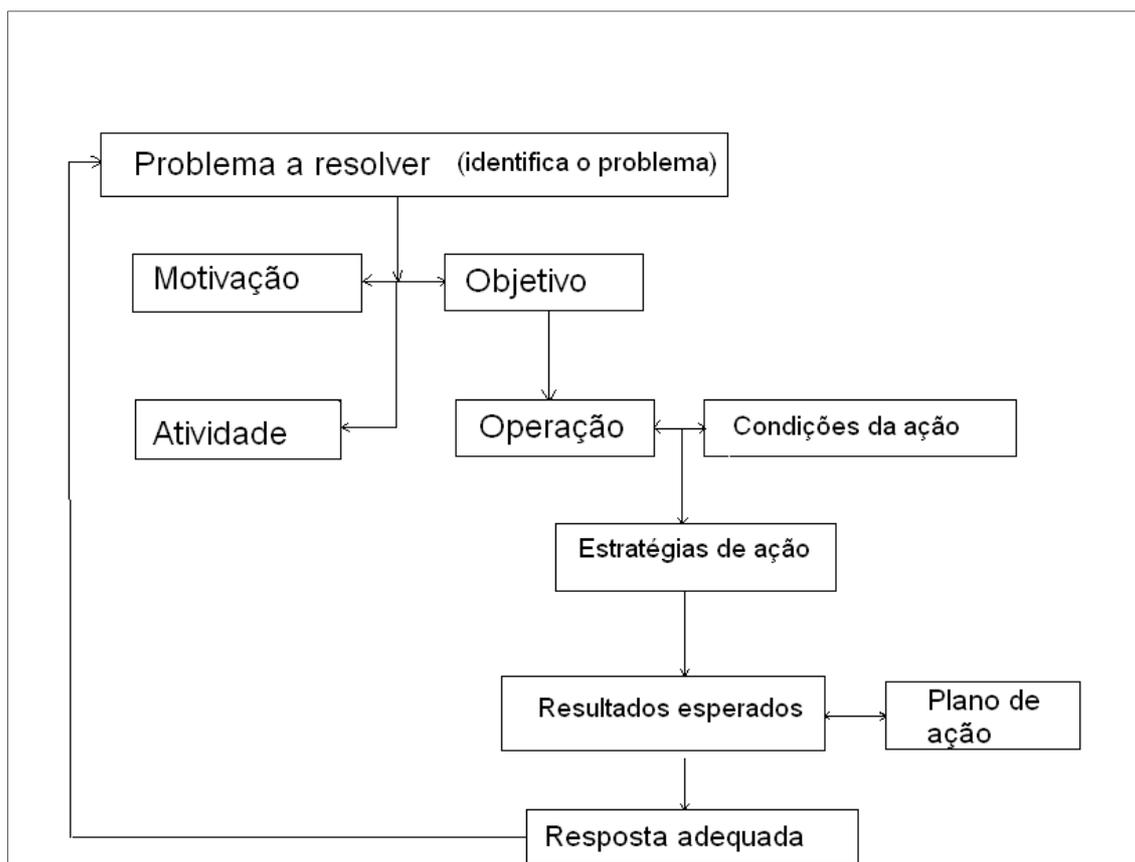


Figura 9: BOA dada aos alunos

Na BOA dada aos alunos temos inicialmente um problema a ser resolvido, relacionado as propriedades físicas e químicas dos metais. Ao apresentar um motivo e um objetivo referente à questão, os alunos desempenham uma atividade. Esta atividade será realizada por um conjunto de ações a ser avaliada em função das condições e de suas operações. As condições de ação e as operações ajudam a definir uma estratégia de ação. Estas fazem parte do plano de ação que inclui ainda os resultados esperados que são avaliados em função da resposta adequada ao problema.

7.3.3.4 IV Etapa - Explicação dos modelos teóricos das propriedades química e físicas dos metais

Estes últimos encontros tiveram o objetivo de fazer com que os alunos analisassem modelos teóricos que procuram explicar as propriedades físicas e químicas dos metais. Para isso foi trabalhado o texto extraído do livro de Santos, et al. (2005), p. 631-633, cap.23.

Para orientar o estudo dos alunos foi feita a seguinte pergunta:

O que pode explicar as propriedades físicas e químicas dos metais e com isso obtermos uma grande variedade de diferentes materiais e objetos.

O professor procurou resgatar as propriedades estudadas, trazendo as amostras de metais para a sala de aula, manipulando-as de forma a reproduzir as suas propriedades físicas e químicas e discutindo com os alunos a explicação que pode ser dada a cada uma delas a partir do modelo proposto no texto.

Considerando a teoria que fundamenta este estudo, os objetos da ação correspondem aos objetos reais (amostras dos metais) e o modelo teórico das propriedades (ligação metálica) se nos manifesta próprios objetos reais. Este processo constitui a materialização da ação e representa um passo importante na formação de conceitos, pois permite aos alunos apropriarem-se das ações requeridas pelo objeto, segundo as suas características essenciais.

Ao proceder à explicação das propriedades a partir do modelo da ligação metálica, conjugado aos objetos reais, o professor passou a forma seguinte do processo de formação de conceitos que é a forma verbal externa. Segundo Galperin o aluno deve orientar-se tanto pelo conteúdo do objeto como pela expressão verbal desse objeto (oral ou escrita) ao realizar a ação. Os alunos cumprem a ação verbal ao refletirem os conceitos por meio das operações e estratégias para responder um determinado problema.

Os passos seguintes no processo de internalização dos conceitos foram a resolução de exercícios usando a BOA e discutindo os resultados sobre os conteúdos: número de oxidação e balanceamento de reações de oxi-redução.

7.4. Questionário e avaliação estatística

Foi explicado pelo professor que todos os exercícios contidos no questionário deveriam ser resolvidos por meio da BOA contida na lista (seção dos apêndices), o qual podia ser alterado conforme a compreensão dos alunos. Os alunos ao analisarem cada uma das questões poderiam avaliar a necessidade ou não de responder a todos os elementos que formam a B.O.A.

Para a avaliação do questionário foi elaborado um padrão de respostas para cada item da BOA e também foi definidas as categorias de análise das respostas dos alunos a partir dos mesmos elementos contidos na BOA.

O tratamento estatísticos foi realizado por meio do SPSS e com base nestes resultados foi feita a avaliação do desempenho do grupo e dos alunos individualmente a partir da B.O.A que elaboraram.

O SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) é um programa bastante usado nas análises quantitativas dentro do campo das Ciências Sociais. Basicamente, o SPSS opera por matrizes, em que os dados são ordenados em linhas e colunas, de acordo com categorizações em variáveis, possibilitando e facilitando a quantificação de dados. Com um simples comando de “frequência” é possível tomar ciência de quantas vezes uma dada resposta, foi proferida - o pesquisador pode ter em mãos uma tabela (ou série delas) com o quantitativo de dados pesquisados, o que permite uma potencialização do processo de dedução. Outras operações permitidas pelo o SPSS são uma série de testes estatísticos que possibilitam realizar inferências sobre seu universo de pesquisa.

Para este trabalho, foram utilizadas duas ferramentas do SPSS:

- 1) As frequências, em que para cada categoria (Identificação do Problema, Apresenta uma Motivação, etc..) é possível identificar o percentual de avaliações (sim, não, parcialmente etc.)
- 2) e o “**Crosstabs**”, que permitiu extrair o quantitativo de avaliações expresso pelo universo de acordo com a questão. Numa segunda etapa, novamente utilizando o “Crosstabs” identifica-se o quantitativo de avaliações de acordo com cada aluno.

O uso deste pacote estatístico se explica pelo fato de trabalharmos com muitas variáveis para cada questão, bem como na síntese dos resultados termos que definir quais os elementos da BOA que mais influenciou no desempenho dos alunos. Daí a utilidade do SPSS. Dentre os itens que entraram na composição da BOA de cada aluno foi considerado aqueles respondidos, pelo menos parcialmente, em pelo menos metade dos problemas propostos. Tal critério teve o intuito de aproveitar ao máximo as respostas dos alunos.

A análise estatística dos dados foi feita tendo por base as definições das categorias construídas a partir dos próprios elementos da BOA e os padrões de respostas estabelecidos para cada questão. A síntese das respostas dos alunos a partir da categorização e o resultado do SPSS estão nos anexos.

Não foram consideradas todas as questões do estudo piloto na análise da BOA de cada aluno.

Por essa razão, apesar de estarmos utilizando uma ferramenta de análise quantitativa, o SPSS foi adequado aos nossos objetivos, pois conseguimos determinar a Base de Orientação dos alunos utilizada na atividade de resolução de problemas.

7.4.1 Respostas –Padrão das questões sobre as propriedades físicas dos metais

As respostas à lista de exercício foram elaboradas no intuito de atender a categorização anterior. Apesar de cada item ter uma definição própria (Rovira e Sanmarti, 1996), a articulação dos itens de maneira a responder a questão contribui para uma resposta mais adequada ao problema. Não se trata de um padrão, no sentido único da resposta, mas de construir uma aproximação para as possíveis respostas aos problemas, já que todos têm uma estrutura aberta, discursiva e baseada nas possibilidades de uso das propriedades dos metais.

Respostas:

1. Normalmente usamos a dureza dos metais ou a dureza de suas ligas, quando precisamos pregar um quadro na parede, fixar uma prancha, furar uma chapa de metal ou de madeira para a fixação de peças, no intuito de montar uma estante ou objetos que são úteis ao nosso dia a dia. Utilizando os valores de dureza relativa dos metais constantes na tabela 1, brocas de que metais você usaria para perfurar uma tábua de madeira, uma parede de concreto e uma chapa de alumínio.

Resposta: OBS. *Como na tabela não há valores para a dureza de tipos de madeira e de concreto, a questão se aplica apenas a dureza da chapa de alumínio.* O problema centra-se na escolha mais adequada de uma broca a ser utilizada na perfuração dos materiais – tábua de madeira, parede de concreto e chapa de alumínio, tendo como referencia a dureza relativa dos metais disponibilizados. O motivo para a realização da ação consiste querer fazer um trabalho correto, executar bem a tarefa, de modo que em pouco tempo não precise de reparos, ou responder corretamente a questão. O objetivo é perfurar a parede para a colocação de suportes que sustentem a prancha. Para isso deve-se ajustar a broca à furadeira, ligar o aparelho, segurá-lo firme e furar a parede até um comprimento suficiente para colocar a bucha e fixar os parafusos ao suporte. Do ponto de vista teórico, teríamos que considerar qualquer dureza

relativa dos metais maiores que a do alumínio, para resolver corretamente o problema. Considerando ainda os materiais a serem perfurados, podemos ter a garantia de que uma broca feita de **tungstênio, molibdênio, platina, ferro, níquel ou magnésio** permitiria a realização adequada do trabalho. No entanto, no comércio, as brocas de **ferro** dão conta do serviço. Na verdade utilizaríamos ligas de ferro com esses materiais.

O esquema da base de orientação seria, portanto, o aluno guiar-se pelos valores da dureza dos metais, verificando a mais adequada para a realização do serviço e assim responder ao problema.

As estratégias do ponto de vista prático-operacional consistem em furar a parede sempre na perpendicular, sem fazer escavações circulares para não afrouxar a fixação da bucha. E assim teremos um o suporte da prancha bem ajustado à parede. O plano de execução começa na escolha do material, na aquisição de equipamentos de qualidade, obediência as normas de segurança, e utilizar a broca e a furadeira conforme os procedimentos operacionais já descritos.

A estratégia do ponto de vista teórico seria eliminar as opções de dureza relativa que sejam iguais ou inferior a do alumínio, assim poderíamos ter como resultados os metais ferro, níquel, molibdênio, platina, magnésio e tungstênio. No comércio é comum encontrarmos brocas de ligas de ferro.

2. A segunda questão segue o mesmo padrão de resposta da primeira.

3. Os metais são largamente empregados para as mais variadas finalidades e normalmente estão presentes como ligas metálicas em diversos objetos e materiais. Estas são misturas sólidas de dois ou mais elementos sendo pelo menos um deles metal. Uma determinada indústria precisa produzir ligas metálicas à base de ferro para a fabricação de cofres, vigas de sustentação e instrumentos cirúrgicos e ligas a base de cobre para a fabricação de chapas metálicas destinadas a produção de canos e ferramentas. A partir das características dos elementos apresentados na tabela 2 indique os metais que devem ser adicionados ao ferro e ao cobre para que tenham as características desejáveis pela indústria.

Resposta: O problema da questão consiste em escolher adequadamente os metais que serão adicionados ao ferro e ao cobre formando ligas, de modo a assegurar as características requeridas pelo fabricante para produção dos materiais metálicos. A motivação poderia ser responder corretamente a questão. O objetivo da questão é ter como resposta uma liga

metálica de ferro ou de cobre que garanta as características dos materiais a serem fabricados. Para isso o aluno poderia realizar algumas combinações de ferro com os metais da tabela, avaliando as características obtidas, relacionando com o material a ser produzido pela empresa. Teríamos então:

Fe + Mn para a fabricação de cofres e vigas de sustentação, pois nesse caso é requerido uma maior dureza do material (Masterton, 1990, p. 170)

Fe + Cr + Ni para a fabricação de materiais cirúrgicos que devem ser inoxidáveis e conseqüentemente resistentes a corrosão.

Para o cobre seria necessário formar uma liga com metais que favorecessem a maleabilidade e ductibilidade para a produção de canos e ferramentas. *Na tabela fornecida aos alunos não há as características produzidas pelo zinco, que de acordo com Masterton (1990) seria o metal mais adequado a formação de ligas com o cobre com as características requeridas pela fábrica. Neste caso, considera-se apenas a resposta em relação ao ferro.*

A estratégia (teórica) para resolver o problema consistiria em relacionar as especificidades requeridas para os produtos e as características dos metais nas ligas. Por exemplo: dureza para a fabricação do cofre, resistência à oxidação para materiais cirúrgicos.

4. A maleabilidade e ductibilidade dos metais permitem a confecção de objetos das mais diferentes formas, tamanhos, espessuras, chegando os metais a serem inclusive matéria-prima para a produção de jóias e bijuterias. Essas duas propriedades físicas dos metais e suas ligas produzem uma série de utensílios domésticos que facilita muito a nossa vida. Temos na cozinha, por exemplo, objetos de madeira e plástico, mas os objetos de metal são os mais higiênicos quando o assunto é preparar alimentos. Descreva uma situação simples em que você pode utilizar essas propriedades dos metais e suas ligas, considerando o uso que você faz delas para resolver um determinado problema.

Resposta: A questão pede para relacionar as propriedades dos metais aos materiais que podem ser obtidos pela manipulação dessas propriedades. A escolha dos materiais metálicos deve traduzir o uso dessas propriedades na resolução do problema proposto. A motivação se relaciona à própria experiência do aluno com o uso dos metais e suas ligas. O objetivo é utilizar corretamente as propriedades dos metais na resolução do problema, considerando as condições em que os metais são empregados. Essas condições são essenciais para o uso correto das propriedades físicas dos metais, ou seja, em que condições reais essas

propriedades se aplicam. As operações e estratégias estão dependentes do problema elaborado pelos alunos. Devem estar em consonância com a resolução do problema proposto pelo aluno.

5. Os metais são considerados, de uma maneira geral, excelentes condutores de calor e eletricidade. No entanto, o que determina o uso de certos metais em detrimento de outros é a sua abundância natural, bem como os custos envolvidos na sua extração e produção. O cobre é o metal mais utilizado em fios elétricos para conduzir a corrente elétrica em virtude dos custos e da boa condutividade que apresenta, por exemplo. Metais como alumínio e ligas de aço inoxidável, são considerados excelentes materiais para a fabricação de panelas usadas para cozinhar os alimentos. Vamos testar agora a propriedade que os metais têm de conduzir calor. Utilizamos objetos metálicos para cozinhar os alimentos levando-os direta ou indiretamente ao fogo. Inadvertidamente uma dona de casa deixou próximo à chama do fogão utensílios domésticos feitos de madeira, plástico e metal. Considerando a propriedade de conduzir calor dos metais, explique porque a madeira e o plástico se estragaram e o metal, não.

A questão permite o entendimento do que constitui a propriedade conduzir calor dos metais, entendendo que o metal é um meio para a propagação do calor. O objetivo da ação é comparar a queima dos materiais plástico e madeira com o utensílio feito de metal e identificar a não destrutividade do metal pelo calor, por meio da sua natureza de conduzir essa forma de energia. A chave da questão está no entendimento do que significa conduzir calor.

Nas operações e estratégias para resolver o problema, o aluno pode inicialmente imaginar os materiais de madeira e plástico se estragando ao entrar em contato com o fogo e o metal não sofrendo nenhum tipo de deterioração aparente na sua estrutura física. A primeira coisa a ser feita é perceber que são materiais de natureza diferente, com uma constituição química diferente. Isso pode constituir-se numa operação a ser realizada mentalmente pelo aluno. Daí pode partir para a estratégia que seria imaginar que madeira e plástico queimam em função da sua constituição química e o metal não, recorrendo a sua experiência cotidiana.

6. As panelas que usamos para cozinhar os alimentos podem ser feitas de alumínio, aço inoxidável, vidro refratário, ágata, ferro, cobre e até de barro. Dependendo de uma série de fatores (gosto, poder aquisitivo, preferência por determinado material, facilidade no

manuseio, durabilidade) podemos utilizar um tipo de panela para uma dada finalidade. Quais as vantagens e desvantagens desses materiais na hora de cozinhar os alimentos?

Resposta: O problema pede para os alunos relacionarem as propriedades físicas dos metais ao uso que fazemos dessas propriedades na hora de cozinhar os alimentos. O objetivo da questão é destacar, com base nas propriedades físicas gerais de cada material e algumas propriedades químicas como a resistência à oxidação, as vantagens e desvantagens de cada um. As operações que os alunos podem desenvolver são de ordem qualitativa identificando em cada material as suas vantagens e desvantagens. Para isso podem construir tabelas, por exemplo, a que se destaca na Tabela 03:

Tabela 03: Principais usos, vantagens e desvantagens de alguns materiais

MATERIAL/PANELA	VANTAGEM	DESvantAGEM	OBSERVAÇÃO
Alumínio	boa condutora de calor,baixo custo, durável, maleável, leve, resistente a impacto e a oxidação,	Há indícios de que o alumínio deixa resíduos nos alimentos e que pode ser prejudicial à saúde.	As panelas de alumínio são largamente utilizadas.
Aço inoxidável	Bom condutor de calor, durável, maleável, resistente ao impacto e a oxidação; beleza, higiênicas.	Custo elevado, são panelas geralmente mais pesadas do que as de alumínio;	_____
Ferro	Bom condutor de calor, Durável, maleável, resistente ao impacto, pouco resistente a oxidação	Mais pesado que o alumínio.	São pouco utilizadas
Vidro refratário	Bom condutor de calor, não sofre oxidação, beleza; mantém o alimento aquecido por mais tempo.	Alto custo, mais pesadas que o alumínio, quebrável.	São pouco utilizadas
Cobre	Bom condutor de calor, durável, bastante maleável, resistente ao impacto e a oxidação, cor destacável em relação a outros metais	Alto custo, mais pesado que o alumínio	Normalmente utilizado em restaurantes como panelas na forma de tachos.
Ágata	Beleza, resistência a corrosão, mantém o alimento aquecido por mais tempo	Custo mais elevado em relação às panelas de alumínio, há um descolamento da ágata com o passar do tempo	_____

Barro	Confere um sabor diferenciado a alguns alimentos cozidos - feijoadada, molhos, carnes guisadas; mantém o alimento aquecido por mais tempo; resistente a oxidação; estética rústica, diferenciada.	Baixa resistência ao impacto; necessita de uma fonte de calor a base de carvão vegetal	É o diferencial de alguns restaurantes
-------	---	--	--

Essa questão revela uma típica situação em que as condições reais e objetivas determinam o uso de um determinado material em relação ao outro. Por exemplo, podemos usar uma panela de barro para realçar o sabor de alguns alimentos ou utilizar uma panela de aço inoxidável mais durável e resistente a corrosão microbiana. As condições de uso determinam as estratégias e o plano de ação a ser utilizado.

7. O aquecimento de chapas e peças metálicas para a fabricação de objetos de arte, bem como armas e armaduras protetoras, constitui uma atividade que remonta as mais antigas tradições de guerra da humanidade. O fundamento para conseguir estas peças está baseado no ponto de fusão dos metais, que uma vez atingido, permite a obtenção do metal líquido e com o esfriamento, permite ter o metal já nos moldes desejados. Vamos testar a condutividade térmica de uma alça de platina na chama de uma lamparina de álcool, comparando com um palito de fósforo grande e um pedaço de plástico pequeno. Aquecer a alça de platina até o rubro. Retirar da chama e observar o esfriamento. Repetir a operação de aquecimento para o fósforo e o pedaço de plástico. A partir desses resultados o que podemos chamar de condutividade térmica? O que podemos concluir dos outros materiais testados?

Resposta: O problema experimental procura mostrar a capacidade dos metais de conduzir o calor, de constituir-se num meio para a propagação do calor, diferente do que acontece com a madeira e um plástico que sofre uma combustão transformando-se em outros produtos. Isso se relaciona também com as condições para que o fenômeno ocorra e o aluno deve atentar para isso.

O objetivo da questão é diferenciar a condutividade térmica dos metais, que é uma propriedade característica desses materiais, em relação à madeira ao plástico.

As operações consistem em aquecer a alça de platina na chama da lamparina de álcool e repetir a operação com o palito de fósforo e o plástico, tendo o cuidado de evitar acidentes com a chama. Para isso encostar a alça de platina, o fósforo e a madeira segurando esses materiais na diagonal.

A temperatura da chama é suficiente para provocar as mudanças esperadas, ou seja, o aquecimento do metal até o rubro e a combustão da madeira e do plástico.

8. Considerando as propriedades físicas estudadas e testadas (dureza, maleabilidade, ductibilidade e condutividade térmica) presente o metal ou a liga mais indicada para a fabricação de bicicletas, automóveis, portões, jóias e bijuterias, painéis para uso doméstico e industrial, dentre outros produtos a sua escolha, considerando ainda a facilidade de obtenção e produção dos metais e ligas, a sua funcionalidade, praticidade e custos. Dê a sua resposta em forma de um laudo técnico.

Resposta: Considerar as condições para a realização da ação, ou seja, estabelecer a relação mais adequada entre o material e o objeto a ser fabricado. O problema congrega as propriedades dos metais e suas ligas e a potencialidade que têm de produzir uma gama enorme de materiais. As estratégias e o plano de ação para resolver a questão são fundamentais, pois vão procurar adequar mais ainda as características dos materiais ao que se quer produzir. Por exemplo, podemos imaginar uma bicicleta feita de uma liga de ferro para uso comum ou uma bicicleta de liga de alumínio mais leve e mais ágil para as competições de ciclismo. Os alunos podem imaginar, nesta questão, diversas situações para indicar o melhor uso dos metais e suas ligas, empregando as operações corretamente.

9. Procure substituir os metais que você indicou na questão anterior por outros materiais como vidro, plástico e madeira. Avalie a sua substituição relacionando as propriedades dos materiais utilizados com as propriedades dos metais e suas ligas.

Resposta: Nesta questão os alunos podem ter uma clareza ainda maior sobre as características dos metais e o uso que fazemos delas. Certamente o que conseguimos com os metais em termos de durabilidade, resistência, versatilidade, proporcionado pela maleabilidade e ductibilidade, pode ser conseguido, em alguma medida, com plásticos e madeiras, também muito presentes numa infinidade de materiais, mas os metais são mais indicados para os objetos solicitados na questão. As operações, condições, estratégias e plano de ação são também necessários na hora de avaliar o resultado que pode ser obtido pelo uso de madeira, vidro e plástico. É do conhecimento das características dos materiais e as necessidades de produzi-los que a ciência se transforma e transforma a realidade

10. Quais as vantagens de utilização das ligas metálicas em relação aos metais puros?

Resposta: As vantagens dos metais são a resistência e durabilidade proporcionado pelas suas características bem como do tratamento que podemos dar segundo as necessidades de produção. Por exemplo, certa empresa precisa produzir um material mais resistente a corrosão para utilizar em tubulações marinhas. O estudo para a produção deste material deve centrar-se nesta necessidade e nas condições de produção ou seja, como obter tal material? Misturar o ferro com que metal? Em que proporções, dentre tantas outras questões a serem consideradas.

È importante frisar também que, embora haja um esforço, dentro da teoria de Galperin em determinar alguns parâmetros de qualidade da ação como generalização e consciência, é importante salientar que estes resultados não exprimem um momento final. A própria concepção de aprendizagem dar-se por etapas e no decorrer destas deve acontecer avaliações, como no caso do encontro em que foi necessário discutir os elementos estruturantes da BOA, tendo em vista que os alunos não entenderam a sua importância para a execução correta das ações de manipulação das propriedades físicas dos metais no caso da fabricação de carrocerias.

7.4.2 Definição das categorias de análise para as repostas dos alunos

___ Referente aos elementos estruturais da ação

Identifica o problema – consegue identificar a problemática envolvida na questão. Relaciona o problema ao conceito envolvido. **A que categoria pertence a situação planejada**

Identifica parcialmente o problema: consegue identificar em parte a problemática que envolve a questão.

Não identifica o problema: Não expõe claramente a problemática da questão nem tão pouco consegue identificar os conceitos envolvidos no problema

Apresenta uma motivação Procura responder a pergunta: por que se deve realizar esta tarefa? seja para responder corretamente a questão, seja um argumento para qual demonstra alguma curiosidade, seja como algo relacionado ao seu cotidiano.

Não apresenta uma motivação: não responde este tópico ou não define uma motivação clara para responder a questão.

Descreve o objetivo da questão: O que se quer conseguir com a realização da ação que determina a solução da tarefa? Ou seja, consegue demonstrar claramente uma meta própria, um resultado que se quer chegar.

Descreve parcialmente o objetivo da questão: descreve uma meta que não contempla as possibilidades de resolução da questão.

Não descreve os objetivos da questão: não responde a este tópico da B.O.A

Descreve as operações a serem realizadas: consegue apresentar alguns procedimentos que são indispensáveis a resolução do problema. Define as operações necessárias para executar a ação e justifica o porquê de cada operação.

Descreve parcialmente as operações: apresenta poucas operações necessárias a resolução do problema.

Descreve as condições de realização da ação: apresenta alguns condicionantes que auxiliam a execução das operações. Em que condições a tarefa planejada deve ser realizada.

Não descreve as condições de realização da ação: não considera esse fator como importante para resolver a questão.

Esta parte operacional da BOA se relaciona, obviamente, com os conceitos estudados, conteúdo da BOA.

__ Sobre a antecipação da ação

Descreve as estratégias de ação: consegue realizar a ação com um “jeito” destacado para obter um melhor resultado, gastar melhor a energia disponível, ou seja, consegue “otimizar” as operações. Possíveis estratégias e ordem de execução de cada estratégia.

Não descreve as estratégias de ação: não responde a este tópico ou não o considera.

Apresenta os resultados esperados: consegue analisar a situação e prever os possíveis resultados advindos desta.

Não apresenta os resultados esperados: não responde a este tópico.

__ Em relação ao planejamento da ação

Apresenta um plano de ação:

Organiza as operações a serem executadas, consegue relacioná-las a uma estratégia de ação. Organiza a ação de um modo geral, descrevendo os materiais e métodos necessários a resolução do problema. Consegue reunir de forma clara as condições necessárias e suficientes

para realizar adequadamente a ação. Análise e escolha da estratégia mais adequada. Qual o plano a seguir.

Não apresenta um plano de ação: não organiza as operações ou não responde a este tópico.

-Sobre a resolução do problema

Apresenta uma resposta adequada ao problema: responde adequadamente a questão conforme o conhecimento científico, considerando outras possibilidades igualmente corre

Apresenta uma resposta parcial ao problema.

Faz considerações sobre algumas possíveis respostas corretas.

Não apresenta uma resposta adequada ao problema.

Resposta errada da questão.

7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.5.1 Resultados dos encontros

I Encontro

Os alunos não entenderam alguns elementos contidos na base, como os termos *“técnicas”*, *“reagentes”* e *“variáveis”* mesmo após o professor explicá-los. Isto talvez se deva ao fato de estarmos trabalhando com uma metodologia nova para os alunos, com um vocabulário também novo o que foi particularmente ao ouvir dos alunos comentários como *“não tem nota?”* *“é preciso seguir todos esses passos?”* *“é preciso responder tudo?”* Sendo assim, os alunos foram orientados a procurar responder a questão com alguns elementos básicos da ação como as etapas de trabalho, o objetivo a alcançar e os resultados esperados.

Os resultados apresentados pelos alunos foram organizados em metais ou ligas metálicas destinadas a responder a ação planejada, a situação cotidiana e as características dos metais adequadas à situação planejada e as possíveis curiosidades que a BOA pôde desencadear nos alunos, conforme mostra a tabela 4.

Tabela 04: Organização dos dados conforme as respostas dos alunos

Aluno	Metais/ Ligas	Situação cotidiana	Característica requerida	Ação	Resultados esperados	Curiosidades
Pedro	Ferro	Construção civil, estrutura interna e externa das casas.	Dureza, Resistência do ferro ao impacto.	Derretimento do ferro e Cálculos p/ a construção da casa.	Uma casa mais resistente a furacões, tempestades ventos fortes, etc.	<i>Descobrir as fontes onde o ferro pode ser extraído; Como o ferro pode suportar um fenômeno da natureza qualquer?</i>
Rafael	Inox, alumínio e ligas	Ter uma chave de casa mais resistente para não quebrar na fechadura	Dureza; resistência à corrosão	Faria misturas de metais pra aumentar a resistência à corrosão.	Uma chave mais resistente	<i>Que misturas de alguns metais ou substâncias, podem deixar um material mais resistente?</i>
José	Cálcio na forma de gesso	Fraturas de ossos/recuperação da saúde das pessoas.	Endurecimento da pasta de gesso CaSO_4 e (imobilização da região fraturada)	Moldar o cálcio transformar em gesso e colocar no local fraturado	Eliminação da dor e do inchaço	<i>Como o gesso alivia a dor e diminui o inchaço</i>
Célia	Liga metálica	Implante cirúrgico para correção de defeito na perna	biocompatibilidade	Técnicas de implante cirúrgico	Correção do defeito	<i>Por que minhas pernas doem em tempo frio?</i>
Maria	Ferro/ ferro elétrico	Passar roupas de algodão	Condução térmica e elétrica	Utilizar o ferro elétrico para passar roupa, manter a roupa estirada	Roupa bem passada	
Cecília	Alumínio, ligas de alumínio	Cozinhar alimentos usando panelas de alumínio	condução térmica do alumínio, resistência a corrosão	Utilizar a panela para preparar os alimentos. Sem as panelas os alimentos ficariam crus. As panelas -um meio para transmitir calor aos alimentos.	Alimentos cozidos e saborosos.	<i>Por que o alumínio tem tanta resistência e com quais materiais ele é misturado para ter essa resistência grandiosa,</i>
Marta	Alumínio e ligas de alumínio	Panelas para cozinhar os alimentos para vender	Condução térmica e resistência à corrosão. Vencer vários obstáculos	Pegar a panela, colocar os materiais e levar ao fogo. Depois coloco em local apropriado.	Deixar os alimentos bem cozidos e os doces bem feitos.	<i>Como eu poderia viver sem o alumínio e outros metais?</i>
Julia	Alumínio e ligas de alumínio	Panelas para cozinhar os alimentos	Condução térmica e resistência à corrosão, Retornável-Reciclável-	Leva a panela ao fogo já com água ou óleo, coloca os alimentos dentro para cozinhar ou fritar	Que o conteúdo dentro da panela cozinhe	<i>Por que será que o alumínio não enferruja e os alimentos dentro deles cozinham?</i>
Carolina	Ferro/ ligas de ferro.	Ferro para fazer uma corrente e para trancar melhor a grade da casa.	Dureza do ferro, maleabilidade do ferro	Pega a corrente, gira na grade e depois tranca com o cadeado	Ter mais segurança	<i>Como é que a corrente e o cadeado são tão fortes?</i>

A intervenção realizada com o grupo de alunos do Ensino Médio da Escola Aggeu Magalhães conseguiu provocar a identificação dos metais e suas ligas no cotidiano dos alunos e gerar curiosidades que retratassem de maneira mais específica os conceitos físicos e químicos subjacentes ao conteúdo trabalhado. Deste modo, o esquema de reflexão proposto pela Base Orientadora da Ação, de fato permitiu aos alunos investigar a situação planejada por eles, elaborar hipóteses, construir operações e estratégias que os orientem para a solução mais adequada para o problema e cumprir com o objetivo inicial do primeiro encontro que foi avaliar a potencialidade da BOA no que tange a exposição e registro da curiosidade dos alunos. Na última coluna da tabela 4 temos algumas curiosidades dos alunos, o que demonstra a validade da BOA em manter os alunos curiosos, tendo em vista que, por meio das suas orientações foi possível os alunos pensarem, sobre soluções para as curiosidades/questões iniciais propostas. De certa forma responde também a uma das questões colocadas por MORIN (2003) ao comentar que a escola mata a curiosidade dos alunos ao separar e isolar os conteúdos. Ao conjugar conceito e ação a abordagem desenvolvida, de certa forma, permite os alunos formular uma curiosidade que retrata as características operacionais do conceito.

Os metais mais utilizados pelos alunos para resolver a situação planejada foram o alumínio (4), ferro (2), titânio (1), cálcio (1), ligas de ferro (1). É interessante notar que o cálcio foi mencionado não na sua forma metálica, mas na sua forma de sal (comumente utilizada) presente na gipsita que é o minério de cálcio usado para a fabricação do gesso. Este fato particular foi decorrente da leitura do texto (em anexo) realizada pelo aluno sobre as propriedades químicas do cálcio.

Os resultados mostram que os alunos relacionaram bem as propriedades dureza (resistência ao impacto), a resistência à ferrugem, biocompatibilidade e condutividade térmica, às propriedades requeridas para a ação planejada por eles, para boa parte dos alunos. No entanto, as condições para a realização das ações, que de certa forma, condicionam a ação, não foram analisadas pelos alunos, pois não indicaram sob que circunstâncias reais o produto desta ação poderia ser obtido. Isto pode indicar que os alunos, não articularam bem a realização da ação às condições reais e objetivas que interferem em qualquer atividade humana. Certamente o produto desta ação fica comprometido. Nesse sentido, a ação proposta por alguns alunos é deveras bastante complicada de ser realizada. Uma das questões procurava utilizar a dureza do ferro para construir uma casa mais resistente aos furacões. Como proposta de realizar as operações para atingir os seus objetivos, o aluno propôs inicialmente derreter o ferro para obter as barras e assim usar na construção da casa, sem

considerar que, trabalhamos com a dureza dos metais a temperatura ambiente. Além disso, não considerou na sua análise, por exemplo, a umidade/água das intempéries da natureza, a qual essa estrutura de ferro estaria submetida, o que certamente provocaria graves falhas de corrosão em pouco tempo. Esse tipo de resposta demonstra a importância da B.O.A em fornecer as condições necessárias e suficientes para o aluno responder corretamente a questão, bem como proporciona uma articulação mais clara e ampla com as variáveis envolvidas no problema.

Essa falta de articulação com as condições naturais, a qual a estrutura do ferro estaria submetida, pode indicar também, a princípio, um grau de consciência baixo sobre a atividade e os conceitos envolvidos nela.

Por outro lado, alguns alunos descreveram melhor as condições para a realização da ação as quais influenciam diretamente a qualidade do produto obtido. Por exemplo, uma aluna utilizou a propriedade condução térmica que as ligas de ferro apresentam para descrever a ação de passar roupa, ressaltando a necessidade desta ação ser realizada com o ferro bem aquecido, em casos de roupas feitas de algodão. Podemos dizer que esta descrição é fruto da experiência cotidiana dela, do que propriamente uma consciência de que isso representa uma condição necessária para realizar bem a ação. Entretanto, a ação descrita está bem articulada com o conceito de condutividade térmica dos metais.

Outro aluno, analisando a facilidade com que a chave da sua casa quebra, propôs fazer uma chave de aço inoxidável, pois ao não enferrujar mais, a chave também seria resistente ao esforço mecânico que fazemos ao abrir a porta, tendo assim uma solução duradoura.

Esses exemplos demonstram a importância dos elementos contextuais que retratam a ação, os quais estão presentes na B.O.A trabalhada com os alunos e a necessidade de considerá-los no estudo do fenômeno.

II e III Encontros

Estes encontros buscavam discutir os resultados das propostas dos alunos colocadas no primeiro encontro. As discussões realizadas com o grupo permitiram suscitar outras curiosidades como a temperatura de fusão do ferro, que possibilita a extração deste metal da hematita, e também *é possível levar uma descarga elétrica proveniente de um relâmpago portando objetos metálicos como relógio, tesouras, piercings? e de que são feitas as obturações?*

Os alunos responderam a questão relativa ao ponto de fusão do ferro mas não responderam a questão sobre a descarga elétrica. O professor respondeu a questão relativa às obturações.

É importante destacar que esta primeira etapa do trabalho com a BOA possibilitou uma manutenção da curiosidade dos alunos, fato que é bastante salutar para a construção de uma proposta de educação científica que respeita o desejo de aprender do aluno. Tal fato pôde ser constatado pela atenção dispensada pelo alunos em guiar-se pelas propriedades essenciais dos objetos metálicos para responder a questão que formularam e ainda formular outras curiosidades que se relacionam com estas propriedades. Isto ressalta uma das características importantes da curiosidade científica que apontamos que é a tenacidade, a capacidade de manter-se vigilante no aprofundamento das questões conceituais relativas ao objeto de estudo.

IV Encontro

O quarto encontro tinha o propósito de possibilitar aos alunos o desenvolvimento e a vivência de ações que explicitassem as propriedades dos metais. O objetivo era reconhecer essas propriedades nas amostras dos metais e ligas e relacioná-las aos materiais que temos em casa, como panelas e talheres. Ao efetuarem as ações, os alunos puderam entender o significado das propriedades estudadas e a variedade de objetos que podem ser obtidos. Dessa forma, pela vivência da base de orientação é possível apreender o significado das propriedades dos metais, pois guiando por tais propriedades o aluno entende a sua extensão na produção dos objetos que conhece.

Com relação à oxidação das amostras de ferro, a ação realizada pelos alunos pedia para que eles usassem uma lixa para a retirada da ferrugem aderida à superfície do metal. Com isso o professor chamou atenção para o ato de lixar portões e grades antes de pintar, com vistas a proteger da corrosão que no caso acontece inicialmente na superfície metálica e se prolonga lentamente até a perda total de massa e conseqüentemente do material. Essa perda de massa os alunos puderam comprovar ao recolherem o pó da ferrugem. O professor lembrou os custos que esse fenômeno provoca com a substituição de materiais metálicos em pontes, fábricas, caixa de transformadores elétricos, dentre tantos outros prejuízos.

Podemos dizer então que o processo de ensino e aprendizagem mediado pela BOA possibilita ao aluno relacionar corretamente a propriedade estudada ao objeto. De acordo com Davidov (1990) a assimilação dos conhecimentos proporcionada por meio da orientação pelas

propriedades essenciais dos objetos, não é uma assimilação de conhecimentos e habilidades em geral, mas a assimilação que acontece por meio de uma atividade específica de aprendizagem voltada ao objeto. Dessa forma podemos dizer que conhecendo as propriedades dos metais podemos ter uma transformação criativa dos objetos, ou seja, podemos criar novos objetos com o domínio de tais propriedades. Segundo Davidov (1990, p.58): “O que é único na atividade de aprendizagem é que os alunos assimilam o conhecimento teórico na realização do processo”.

A princípio tinha elaborado uma lista de exercícios para que os alunos, após os testes respondessem. No entanto, pela dinâmica da aula não foi possível parar para responder as questões após cada teste. Assim resolvemos reuni-los na última etapa do projeto que trata da elaboração da B.O.A por parte dos alunos.

V Encontro

Os alunos conheceram outros espaços produtivos – fábrica e museu - em que as propriedades dos metais são manipuladas, transformadas para diversos fins e expostas.

No museu, os alunos ficaram curiosos com o trabalho artístico feito nas pelas ligas metálicas. Perguntavam: *Como era possível obter armaduras com desenhos em relevo mostrando cenas medievais? Qual o processo que era utilizado naquela época? Química é tão bom assim? não pode ser...*

Sobre observações dos processos de fabricação das carrocerias, os alunos não relacionaram as propriedades utilizadas para esta finalidade às ações desenvolvidas para forjar adequadamente os metais. Essa era a idéia central da visita à fábrica, mostrar como uma produção em larga escala utiliza as propriedades dos metais, diferentemente dos testes com as propriedades físicas e químicas dos que foram realizados em sala de aula. Essa questão foi trabalhada dentro do encontro que tratou dos elementos estruturais da ação.

Os demais objetivos como conhecer estas propriedades dos metais no contexto das produção de carrocerias e na exposição de armas medievais serviu para ampliar a finalidade e uso dos metais na indústria e nas artes.

VI Encontro

A tabela 05 mostra os resultados sobre os processos de fabricação de carrocerias tratados por meio dos elementos estruturais da ação.

Tabela 05. Resultados das visitas conforme os registros dos alunos, segundo os elementos estruturais da ação

ALUNO	ORIENTAÇÃO	EXECUÇÃO	CONTROLE/REGULAÇÃO
Julia	Como vai ser medido?, Como vai ser organizado? Vê como vai ser cortado? O tipo de cano a ser utilizado. Como vai ser pintado?	Cortar, montar, jatear, pintar, medir, organizar, dar o acabamento, etc.	Quero que o material fique forte, bonito, do tamanho que o cliente pediu, sem falhas, que resista a água, corrosão e que agrade ao cliente.
Pedro	Tipos de ferro, as formas do ferro, cuidados com o material	Corte do metal, tipos de corte, pintar, lixar, serrar, como lixar, soldar, medir o metal	Ver as medidas, o jeito do corte, montar a carroça, como vai ser a carroça, tamanho, largura, encaixar o ferro com o outro através da solda. Ficar forte, se vai ser de qualidade.
José	Tipos de ferro, as medidas padronizadas, tamanho do material, cuidados com a segurança e com o material. Pintura e espessura.	Montagem, jateamento, armação. Corte, pintura, serrar e soldar.	Soldar e pintar sem falhas.
Cristina	Temos que ter cuidado com os tipos de máquinas, temos que saber com o que estamos trabalhando. Saber trabalhar com cada tipo de ferramenta e material usado. Saber a espessura e o tamanho de cada material. Ter precaução na hora de manusear máquinas perigosas.	O ferro passa por várias etapas como: banho de óleo, corte, pontilhamento, chapeamento, jateamento e soldagem.	Fazer um material sem falhas, forte e etc.
Maria	Deve-se analisar se os metais e outros materiais estão em bom estado. Se a espessura está adequada para que iremos fazer	Pela observação são fases, seqüências: 1 escolha dos metais, 2 banho de óleo, 3. tem duas serras-circular e outra; 4 cortar em partes iguais; 5 formar o esqueleto da carroceria; 6 soldar os materiais; 7 limpar e dar mais resistência. Moldar o metal, cortar e derreter o ferro.	Padrão de qualidade
Marta	Cuidado com os metais, medir e pintar de um jeito que nunca mais saia.	Nela eles trabalham tudo que foi planejado e orientado. Usam os materiais necessários para ter o que eles querem obter. Para isso cortam, pintam, medem.	Ver um jeito de fazer ficar ótimo, resistente ao calor e a corrosão.

Obs.: jatear - na linguagem da produção de carrocerias nessa fábrica, significa envolver a peça metálica com uma tinta especial, que contém micropérolas, para proteger a peça da corrosão, garantindo durabilidade.

Percebe-se que os alunos conseguem relacionar melhor as atividades desenvolvidas na fábrica de carrocerias à estrutura básica funcional da ação, com a ajuda do professor. Buscou-se através da discussão, esclarecer os alunos sobre como as ações são organizadas segundo as etapas de produção, trazendo os conceitos relativos às propriedades físicas dos metais imbricados na própria ação. Este procedimento também permite entender que cada tipo de material, segundo a sua íntima constituição atômica, pede uma ação diferente, um tratamento específico.

Há o entendimento geral nos alunos de que a etapa de **controle e regulação** é realizada para garantir um produto de qualidade. Esta se expressa, na observação e registro dos alunos, pela durabilidade e resistência que o produto final deve ter.

Na **orientação**, os alunos prezaram muito pelo cuidado com a segurança e com os padrões de qualidade que o operador deve atentar no manuseio dos metais. Isto talvez tenha sido derivado da observação *in loco*, ao perceberem a necessidade de utilizar serras manuais e elétricas para o corte, equipamentos de proteção individual, as dimensões dos cortes a serem realizados, com a finalidade de ter um produto de bom acabamento.

A **execução** para os alunos constitui-se basicamente de operações simples e que eles geralmente expõem de forma seqüenciada como ocorre no processo de fabricação de carrocerias, sem destacar qualquer detalhamento ou estratégia específica.

Com relação às armas e armaduras, os alunos ficaram impressionados com o trabalho em relevo feito nos metais que ilustram algumas lutas medievais, a beleza e a riqueza de detalhes das peças expostas no Instituto Ricardo Brennand. Ressaltou-se que esse trabalho de moldagem nas peças metálicas só é possível graças a sua dureza, maleabilidade e condutividade térmica.

Além de procurar instrumentalizar os alunos para que possam elaborar a própria BOA, o esforço em trazer os elementos estruturais da B.O.A para discutir as observações dos alunos sobre os processos de fabricação de carrocerias, procurou contemplar um dos objetivos das intervenções que é fazer com que os alunos compreendam que as propriedades químicas e físicas dos metais são definidas, conceituadas, “nascem” pelo uso que fazemos delas a partir das ações que desenvolvemos em consonância com tais propriedades. Assim, de acordo com Galperin (1989) e outros autores que trabalham nesta perspectiva como Talizina (1988) e Garcia (2006) a aprendizagem de conceitos científicos dar-se-á a partir do momento em que as características do objeto de estudo são adequadamente tratadas por meio da orientação/ação

requerida pelo objeto. Isto está no cerne da teoria de Galperin (1982, p.7) “*a orientação sobre as coisas gera a imagem adequada das coisas*”. Por isso a necessidade de traduzir as condições necessárias e suficientes para a aprendizagem dos conceitos na Base Orientadora da Ação. Nesse sentido, quando as observações dos alunos foram “guiadas” pela tríade - orientação, execução e controle-regulação - houve uma diversidade de respostas que melhor contemplaram a BOA usada na visita à fábrica de carrocerias. Neste sentido, este encontro que foi estruturado na forma verbal da ação permitiu que os alunos organizassem as suas observações conforme a estrutura geral de uma base de orientação, ou seja, a forma verbal da ação expressou um modelo de ação.

VII Encontro - Avaliação da BOA dos alunos - Aprendizagem a partir da ação conceitual desenvolvida

O resultado aqui discutido não se refere apenas ao encontro, mas a análise da aprendizagem por meio da BOA e dos fundamentos teóricos e metodológicos da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas.

O sétimo encontro tinha a finalidade de orientar os alunos sobre a resolução do questionário a partir da BOA proposta. As questões procuravam englobar todas as propriedades físicas dos metais que foram até então estudadas.

A princípio, como cada conceito pede uma ação específica, e considerando que os alunos, possuíam uma compreensão adequada dos conceitos e já havíamos trabalhado as partes estruturais da ação (orientação, execução e controle) e acreditávamos que seriam capazes de elaborar por completo uma BOA. No entanto, optamos por inicialmente permitir os alunos se guiarem inteiramente pela BOA contida na lista de exercícios e depois, aos poucos, irem adaptando-a a necessidade de cada questão, segundo a compreensão de cada um. Ou seja, a Base de Orientação torna-se de cada aluno à medida que este vai considerando quais os elementos constantes na referida base que respondem adequadamente as questões, segundo a compreensão que têm sobre o assunto. Depois continuariam a responder as questões com a ação conceitual já internalizada.

Ao responder as questões utilizando a base de orientação, os alunos vão tomando consciência das variáveis que intervém no fenômeno, atendendo assim as orientações metodológicas da Teoria de Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin. Para avaliar os itens da BOA utilizados pelos alunos para responder as questões, utilizou-se a

ferramenta estatística SPSS para definir os itens da BOA que predominaram nas respostas dos alunos.

Admite-se como categoria de análise a consciência conceitual. Esta categoria tem como fundamento a Teoria da Atividade de Leontiev que considera a consciência humana como um reflexo da realidade. Dessa forma, podemos dizer que quanto mais elementos objetivos desta realidade o sujeito consegue se apropriar, mais consciente torna-se. Daí podemos falar em grau de consciência e mensurá-lo, de maneira prática e aproximada, utilizando os elementos da BOA - *a identificação do problema e as condições de realização da ação*. O primeiro elemento revela a capacidade do aluno de relacionar o conceito à problemática descrita na questão, dando-lhe uma idéia mais ampla da realidade que “aquele” conceito descreve. Já as condições de realização da ação remetem o aluno à compreensão dos requisitos necessários para a ação acontecer. Por isso, além de estar ligado as operações necessárias e as estratégias de ação, o segundo elemento descreve as condições necessárias e suficientes para que a ação aconteça com êxito e tenha-se a compreensão do fenômeno estudado.

A análise dos resultados foi realizada tendo como referências as estatísticas apresentadas por grupo e por cada estudante, sobre as respostas que foram dadas para o total de questões que os alunos consideraram para responder e não em relação ao total de questões (10), contidas na lista de exercícios. Esta opção justifica-se em virtude de alguns alunos alegarem semelhança entre alguns exercícios e preferir não respondê-los. Também parece que os alunos não estão muito habituados no seu cotidiano escolar a trabalharem com questões qualitativas que procuram avaliar o domínio conceitual.

A última parte da análise estatística se refere ao desempenho de cada aluno e serviu de base para a montagem da BOA de cada participante.

Em relação ao grupo, podemos dizer que apresentaram um grau muito baixo de consciência sobre as ações decorrentes da aprendizagem das propriedades físicas e químicas dos metais. Para esta afirmação foi tomada como referência os parâmetros *identificação do problema e condições de realização da ação* que se aproximam da definição da categoria *consciência* utilizada neste trabalho. Estes dois parâmetros tiveram uma percentagem de 15,6 e 5,5 respectivamente. Se considerarmos as respostas parciais dadas a estes itens e somá-las as respostas consideradas certas teremos 26,7 e 23,3, ainda bem abaixo dos valores 42,2 e 44,4 que representam a **Não** identificação do problema e das condições de realização da ação. Estes resultados estão expressos na tabela 06:

Tabela 06: grau de consciência dos alunos

CATEGORIA/RESPOSTA	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA (%)	CONDIÇÕES DE REALIZAÇÃO DA AÇÃO (%)
SIM	15,6	5,5
PARCIALMENTE CERTA	11,1	18,9
NÃO	42,2	44,4
NÃO RESPONDEU	31,1	31,1
TOTAL	100	99,9

Considerando que os itens da BOA apresentados na tabela acima correspondem ao que tomamos como referência para avaliar o grau de consciência, podemos dizer que tal parâmetro teve um resultado muito baixo. Dessa forma, ao avaliar os resultados, podemos dizer que os alunos apresentaram um grau muito baixo de consciência sobre as ações decorrentes da aprendizagem das propriedades físicas e químicas dos metais. Isso reflete na compreensão dos conceitos envolvidos e na ação mental desenvolvida pelos alunos, pois apenas 22,2% apresentaram uma resposta que podemos considerar *adequada ou parcialmente adequada às questões*. Este valor se aproxima dos valores de identificação do problema e das condições de realização da ação, considerados certos ou parcialmente certos, o que demonstra a adequação da escolha destes itens da BOA para refletir a medida da consciência conceitual, considerando a abordagem desenvolvida.

Em termos absolutos estes valores podem ser considerados baixos. Entretanto, podemos considerar também que trabalhar a aprendizagem de conceitos em química pautada pela formação de certo nível de consciência dentro da perspectiva sócio-histórica sobre os atributos do conceito, constitui um grande desafio nos dias de hoje, até então pouco explorado nas pesquisas em ensino de química.

Consideramos alto o índice de alunos que deixaram de responder as questões. Por outro lado, foi possível verificar que a metodologia desenvolvida na sala de aula com os participantes conseguiu mantê-los **motivados**. Tivemos um percentual de 38,9% de questões para as quais os alunos apresentaram uma motivação clara ou parcialmente definida, contra 30% dos que não apresentaram uma motivação relacionada à atividade descrita em cada questão.

A compreensão que os alunos têm da resolução de problemas a partir de uma Base de Orientação, também esteve presente nos trabalhos realizados por Arellano e Merino (2003). Segundo estes autores, alguns alunos ao não considerarem a necessidade de atender a um número maior de itens sugeridos na intervenção, deixando de realizar corretamente ação

necessária a aprendizagem do conceito densidade. Semelhante a este trabalho, a pesquisa dos referidos autores apontam que os melhores resultados foram obtidos pelos alunos que elaboraram uma BOA mais “ramificada” com mais elementos que descrevem de maneira mais clara a ação correspondente a resolução dos problemas.

Os trabalhos de Leon (1984), Nuñez (1999), Ribeiro (2008) e Talizina (2008) enfatizam que a Base de Orientação constitui uma ferramenta muito importante para a elaboração de um pensamento mais abrangente ao reunir a essência do conceito a ser ensinado integrado as condições reais e objetivas da sua ocorrência, o que proporciona uma ação mais consciente sobre a realidade.

É importante ressaltar que a dificuldade dos alunos mostrados em alguns momentos tais como ao usar a BOA para avaliar os processos de fabricação de carrocerias, adequá-la, quando necessário, as questões a serem respondidas na etapa mental, pode ser atribuída a certo ineditismo da proposta, como forma considerar a curiosidade do aluno, como proposta de abordagem de ensino de química.

Os alunos não são com freqüência, submetidos a experiências pedagógicas que procuram mudar o esquema tradicional já consagrado no ensino de química nem tão pouco o ensino que recebem procura desenvolver um pensamento reflexivo, discursivo e dialético necessário a uma boa educação científica. Isso ficou demonstrado na fala proferida por alguns alunos ao responder o questionário como: *o senhor quer que a gente explique tudo..., é preciso fazer desse jeito?, posso colocar uma operação só ?* Obviamente tal observação se relaciona também com outros fatores que dizem respeito a hábitos de estudo, um tempo pedagógico maior para <investir> na resolução de problemas, no trabalho em grupo ou em processos de ensino e aprendizagem que prezem a investigação.

É importante destacar que boa parte das dificuldades salientadas pelos alunos é superada com o uso corrente da abordagem. Galperin (1989) e Talizina (1988) salientam que através das etapas de formação, as ações são automatizadas. O que no início é detalhado, extensivo e externo, passa a ser reduzido e interno. Segundo Rezende (2003) na medida em que as orientações próprias do sujeito se diferenciam, ganhando um caráter generalizado, o aprendiz adquire um repertório verbal variado e preciso de expressão, sua performance adquire uma forma abreviada e a aplicação da base orientadora da ação passa a ser automática.

VIII, IX e X Encontros

Estes últimos encontros tinham o objetivo de fazer com que os alunos analisassem modelos teóricos que procuram explicar as propriedades físicas e químicas dos metais e também responder questões sobre esse assunto. Em virtude do pouco tempo disponível, tendo em vista as proximidades das avaliações de final de ano, os alunos resolveram menos questões em comparação à etapa anterior. Apenas um aluno completou bem a resolução de exercícios sobre os modelos de explicação das propriedades dos metais. Houve também desistências de alguns alunos e não foi possível avaliar se os alunos puderam realizar a sistematização dos conteúdos conforme a BOA utilizada. Dessa forma estes últimos encontros foram descartados da análise.

Este resultado aponta para uma continuidade nas investigações, especialmente com relação à aprendizagem das propriedades químicas dos metais.

7.5.2 Análise das BOA(s) dos alunos

A seguir são apresentadas as Bases Orientadoras da Ação elaboradas por cada participante:

Os elementos contidos na BOA dos alunos constituem os resultados da análise do SPSS. A análise foi feita somente com as questões respondidas pelos estudantes. Dentre estas, considerou-se que a base de orientação dos alunos corresponde aos itens que tiveram a maior frequência em pelo menos metade das questões respondidas.

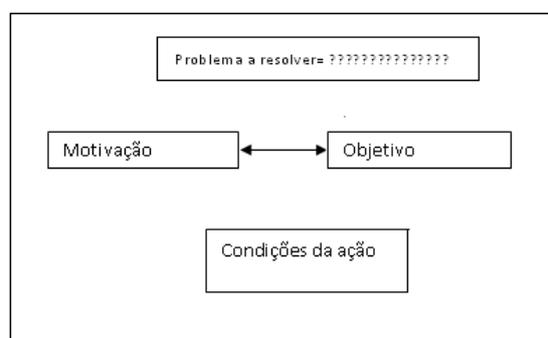


Figura 10: Base Orientadora da Ação de Pedro

Na figura 10 podemos observar que a BOA de Pedro se estrutura com elementos essenciais da ação que é a motivação e o objetivo. Entretanto, para a consecução da atividade

não apresenta outros elementos como as operações e as estratégias da ação, embora mostre, em parte, certo domínio das condições que regem a realização da ação. Falta, para a demonstração de um domínio maior da ação, a identificação do problema, ou seja, o conceito traduzido pela ação a ser desempenhada.

A ação pretendida pelo aluno está orientada pela sua necessidade de aprender e também pelo próprio objetivo da ação. Constitui uma necessidade cognoscitiva do aluno que, por falta de outros elementos importantes da ação não é conduzida com êxito, a ponto de dar uma resposta adequada ao problema. Em suma, ao relacionar motivo e objetivo, Pedro consegue dar sentido à atividade. Identifica algumas condições para a realização da ação, mas não define operações, instrumentos e estratégias para a resolução do problema.

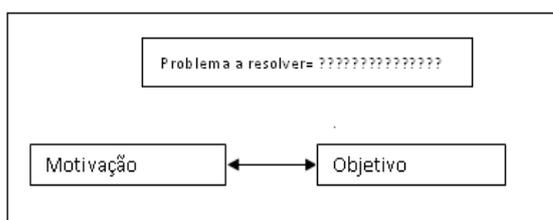


Figura 11: Base Orientadora da Ação de Maria

Na figura 11 podemos observar que a BOA de Maria também se estrutura com alguns elementos essenciais da ação (motivação e o objetivo). De um modo geral consegue dar sentido a sua atividade ao apresentá-los. Entretanto, não consegue identificar o problema a ser resolvido, não traz outros elementos importantes para operacionalizar a ação, nem traz uma reflexão mais abrangente sobre o problema, já que não descreve as condições de realização da ação e assim ter consciência sobre o conceito.

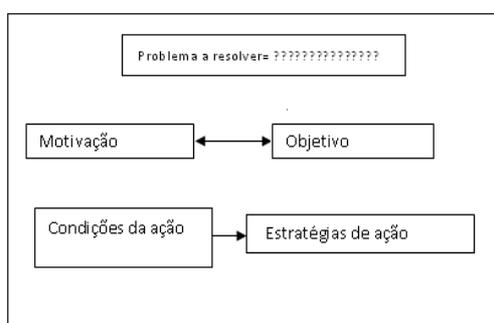


Figura 12: Base Orientadora da Ação de Júlia

Em relação aos colegas anteriores, a BOA de Júlia está mais bem estruturada. Consegue além de apresentar alguns elementos essenciais, articular melhor o entendimento da

ação, apresentando as condições e estratégias requeridas, o que mostra certo grau de consciência da ação. Entretanto, não identifica o problema, o que compromete a sua resolução. Em suma, procura dar sentido a atividade e mostra certo grau de conhecimento da ação.

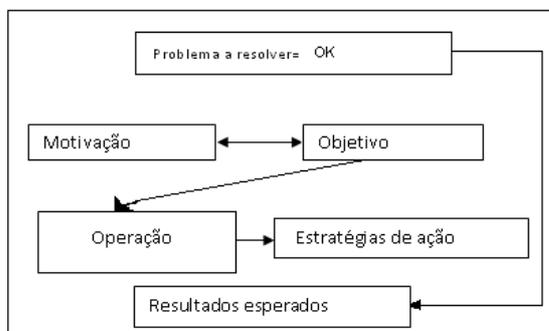


Figura 13: Base Orientadora da Ação de Carolina

Na figura 13 podemos observar que a BOA de Carolina apresenta-se mais estruturada em relação às anteriores, trazendo tanto os elementos essenciais da ação (motivação e objetivo) como elementos que se relacionam com o controle da ação (resultados esperados). Consegue esboçar certo grau de consciência da ação ao identificar o problema. Apresenta as operações e estratégias de ação que acabam por se relacionar entre si, mas não com as condições para a realização da ação, o que permitiria ter uma consciência ainda maior sobre o conceito e a sua resolução. Isto pode indicar, de certa forma, a dificuldade de dar uma resposta adequada aos problemas.

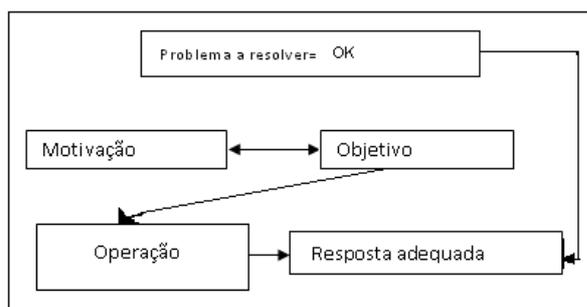


Figura 14: Base Orientadora da Ação de José

Na figura 14 podemos observar que a BOA de José guia-se pelos elementos essenciais da ação como motivação e objetivo. Apresenta certo grau de consciência da ação ao identificar o problema, dando-lhe uma resposta adequada. Traz a parte executora da ação ao apresentar às operações necessárias à resolução do problema. No entanto, não demonstrou um grau de consciência maior sobre a ação, pois não descreveu as suas condições nem as

estratégias para a sua realização. Assim, dar sentido a atividade ao apresentar motivação e objetivo, executa corretamente a ação, mas não tem uma plena consciência das possibilidades que as condições contextuais podem expressar sobre o conceito.

Consegue de modo geral resolver o problema com o esquema: identificação → objetivo → operações → resposta, sem ramificar para outras possibilidades de ação que podem ser requeridas para aprendizagem do conceito.

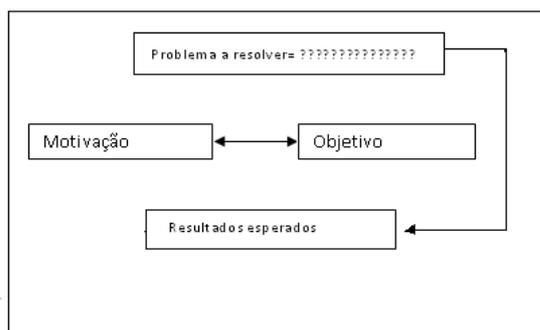


Figura 15: Base Orientadora da Ação de Célia

Na figura 15 podemos observar que a BOA de Célia traz os elementos essenciais da ação como motivação e objetivo. Consegue esboçar certo controle da ação ao mostrar os resultados esperados, embora não articule esta informação com as condições em que se desenvolve a ação nem as estratégias a serem utilizadas, o que poderia confirmar ou não os resultados projetados. Não identifica o problema o que torna difícil dar uma resposta adequada. Esta apresenta, como a maioria dos colegas, motivação e objetivo dando sentido a atividade.

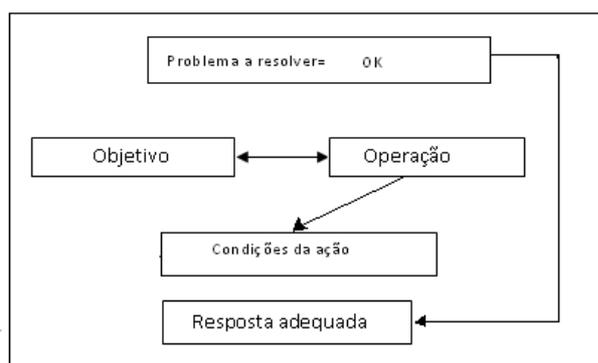


Figura 16: Base Orientadora da Ação de Cecília

Na figura 16 podemos observar na BOA de Cecília em relação as anteriores não traz uma motivação clara e definida para a execução da ação. A motivação pode ser considerada como o objeto que move o sujeito à ação. Embora não apresente uma motivação diretamente

relacionada ao cumprimento correto da ação, a aluna acaba por desempenhá-la bem a medida que encontra outras razões para resolver os problemas propostos, como atender a solicitação do professor, entender que a ação se cumpre mesmo sem apresentar uma motivação para àquela finalidade ou até mesmo está sempre motivada para aprender. Traz ainda as operações, as condições de realização da ação, identifica o problema, o que mostra um grau de consciência razoavelmente alto. Os itens citados colaboram para a elaboração de respostas adequadas.

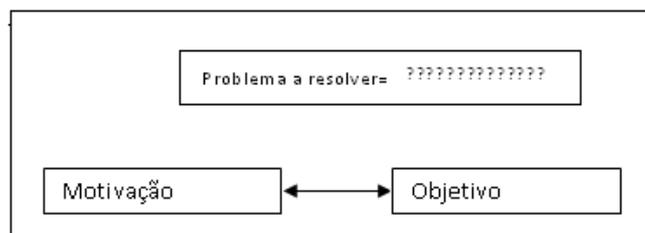


Figura 17: Base Orientadora da Ação de Marta

Na figura 17 podemos observar que a BOA de Marta é dotada de motivação e objetivo o que lhe confere sentido à atividade. Não identificou o problema das questões nem chegou a dar respostas adequadas. Sua base de orientação é semelhante a de Maria.

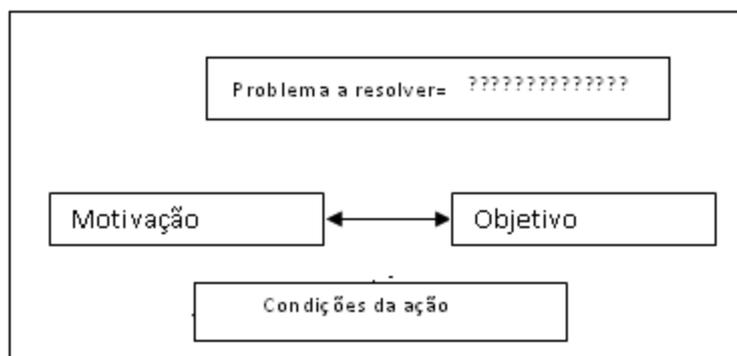


Figura 18: Base Orientadora da Ação de Rafael

Na figura 18 podemos observar a BOA de Rafael. Além de trazer os elementos essenciais da ação (motivação e objetivo) mostra também as condições de realização da ação com a qual demonstra certa consciência da ação. Não identificou o problema nem apresentou uma resposta adequada às questões.

Considerando que a base orientadora da ação representa o conjunto de condições em que o sujeito se baseia para realizar a ação, podemos dizer que os alunos privilegiam os aspectos que se relacionam com os elementos estruturais/essenciais da ação que correspondem a motivação e ao objetivo. Outro elemento que estrutura a ação, mas que pouco apareceu na BOA elaborada pelos alunos foi as condições de realização da ação, o que poderia lhes proporcionar uma consciência mais ampla sobre em que aspectos da realidade objetiva a ação deve ser executada.

As questões elaboradas procuravam descrever situações em que os alunos deveriam atentar para as condições de uso das propriedades dos metais. Embora muitos alunos deixaram de responder este item da base de orientação, as suas curiosidades sobre as propriedades dos metais mostradas no primeiro encontro revelam a necessidade de considerar as condições de realização da ação para que possam solucioná-las de forma mais ampla.

A capacidade de o aluno identificar o problema se relaciona com a consciência à medida que possibilita o encaminhamento correto da ação revelando também o domínio conceitual do aluno. Tomando como exemplo a primeira questão, que pedia para escolher uma broca mais indicada para furar uma parede, o aluno teria como referência a dureza dos metais e dentre os valores de dureza escolher àquela mais adequada à execução da ação, criando uma consciência sobre todas as possibilidades de resolução, o que por sua vez provocaria a formação de experiências e habilidades e conseqüentemente um aprendizado bastante significativo.

Considerando os itens da BOA, os elementos motivação e objetivo compõem por outro lado a função orientadora da ação, ou seja, os alunos se guiam basicamente pela motivação e objetivo que descrevem na ação, o que é um dado bastante positivo, pois manter alunos adolescentes motivados para estudar química não é uma tarefa fácil.

Sobre as operações que se relaciona diretamente com o conceito trabalhado, apenas três alunos descreveram bem as operações. Os resultados mostraram que a maioria dos alunos fez uma descrição parcial das operações.

Ter um plano de ação obviamente ajuda na execução das atividades necessárias à consecução do resultado projetado, o qual auxilia no controle e regulação da ação, permitindo uma boa avaliação do produto final. Entretanto, nenhum dos participantes sistematizou os elementos da BOA num plano de ação, o que reflete no controle e na regulação das ações.

Provavelmente este fato seja decorrente da ausência da cultura de uma avaliação reguladora, o que acredito que seja pouco enfatizado pelos professores.

7.6 CONCLUSÕES

Os conceitos trabalhados segundo a Teoria das Ações Mentais por Etapas ainda constitui uma abordagem bastante nova nas condições avaliadas neste trabalho. A curiosidade científica tratada por meio desta abordagem ainda requer mais estudos para esclarecer o seu papel na aprendizagem científica dos alunos. Este aspecto será respondido na continuidade deste trabalho, orientado pela pergunta: *de que forma a BOA responde a curiosidade científica dos alunos e ainda permite mantê-los com mais vontade de aprender?*

Por outro lado os resultados até aqui apresentados indicam:

- Que a BOA permitiu uma reflexão adequada por parte dos alunos a ponto de manifestarem as suas curiosidades relacionadas ao tema estudado, bem como esta curiosidade parece ser dotada de uma elaboração que remete às ações requeridas pelas propriedades físicas e químicas dos metais;
- As ações com as propriedades físicas e químicas dos metais sugeridas pelos alunos para a resolução das questões inicialmente trabalhadas se mostraram pouco factíveis de serem realizadas com êxito;
- Ao não “matar” a curiosidade científica dos seus alunos a escola acaba por prestar um bom serviço ao desejo de aprender de cada estudante;
- Que o uso da B.O.A explicita para o professor os instrumentos, os procedimentos didáticos e as habilidades que os alunos precisam para resolver adequadamente os problemas propostos;
- Que a questão da formação verbal dos conceitos, constitui uma etapa importante, pois os alunos têm a oportunidade de refletirem sobre as ações que devem executar; a explicação que os alunos dão às operações é importante para a internalização dos conceitos e conseqüente aprendizagem;

É notória a queixa dos professores do Ensino Médio no Brasil sobre a dificuldade que têm de “fazer” com que os alunos adquiram o hábito de permanecerem reflexivos diante de temas e questões que cotidianamente estão presentes na sala de aula. Por outro lado, os professores, em sua grande maioria, ao refletirem sobre as dificuldades de aprendizagem dos

alunos, parece que dispõem sempre de uma resposta semelhante quando o assunto é metodologia de ensino - *treinamento na resolução de exercícios*. Acreditam que, à medida que exercitam mais e mais formas de responder determinados problemas, as possibilidades de apreensão dos conteúdos vão se ampliando e assim o aluno adquire a capacidade de resolvê-los em qualquer situação. Portanto, é fácil perceber que, como resultado dessa metodologia, a reflexão acontece somente nos casos em que as situações problemas exigem um esquema de resolução já exaustivamente praticado.

A proposta teórico-metodológica contida na B.O.A fornece um caminho diferente para manter os alunos reflexivos. Ao considerar a ação humana como o fundamento da aprendizagem de conceitos possibilita uma compreensão mais abrangente do objeto de estudo. Será possível agora ao aluno atentar para as condições reais e objetivas em que essa ação se aplica, associando conceito a uma ação específica, compreender o objetivo da ação requerida e ao deparar-se com situações semelhantes, criar uma experiência relativa ao aprendizado dessa ação, desenvolvendo habilidades e competências a partir do momento em que toma consciência das condições que regem a ação. A Base Orientadora da Ação permite também que o aluno tenha todas as informações necessárias e suficientes para executar a ação de maneira efetiva para a resolução do problema. Muitas vezes pela exposição do conteúdo e a resolução de exercícios, os professores acreditam que os alunos são capazes de resolver as situações relacionadas ao tema estudado. No entanto, as orientações dadas pelo professor, seja na forma verbal, seja na forma escrita não são suficientes para que o aluno resolva corretamente o problema, pois faltam elementos que estão imbricados no conceito e que só podem ser compreendidos por meio da ação.

Muitas abordagens de ensino de química têm como eixo norteador a chamada relação CTS (ciência, tecnologia e sociedade), centradas na informação e demonstração de como a sociedade utiliza os conhecimentos desenvolvidos no âmbito da ciência e da tecnologia química. Acredito que a abordagem centrada na Teoria de Galperin, realizada por meio da Base Orientadora da Ação, permite que os professores reflitam sobre suas práticas de ensino por meio de elementos metodológicos, que permitem o uso da informação científica/tecnológica relacionada à ação correspondente. Obviamente esta ação se desenvolve no âmbito das relações sociais de produção, o que permite uma compreensão do papel social e político da ciência.

Nesse contexto pedagógico, a ação mostra também ao aluno as possibilidades de respostas que podem ser dadas ao problema e também permite avaliar a mais adequada segundo as condições presentes.

Outra derivação que pode se feita diz respeito ao uso do conceito por parte dos alunos. É comum questionarem os professores sobre a validade de estudar certos conteúdos. Ao associar dialeticamente o conceito à ação correspondente, o aluno pode desenvolver suas habilidades de forma mais efetiva, permitindo uma automatização dos procedimentos, uma avaliação eficaz do problema, trazendo contribuições importantes a sua vida cotidiana e profissional.

CAPITULO 8

ESTUDO II

Este estudo foi realizado com alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFPE. Os alunos participaram da pesquisa mediante a assinatura, por parte dos seus responsáveis, de um termo de livre consentimento (anexos), garantindo a preservação das suas identidades, conforme a legislação em vigor.

Participaram do estudo 59 alunos distribuídos nas turmas do 1 ano A (28 alunos) e 1 ano B (31 alunos). Esta intervenção foi realizada em duas fases durante os meses de junho e julho de 2011. A fase do ensino dos conceitos de ácidos e bases (1) em que os alunos participaram das Etapas de Formação das Ações Mentais de Galperin e avaliação do grau de consciência dos alunos e a fase controle (2) em que os alunos respondem as questões, com vistas à avaliação do grau de generalização.

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) é dotado de um laboratório de química e por essa razão foi possível a realização de mais testes na execução da etapa material. Contou-se com o apoio de Bolsistas de Iniciação a Docência da UFPE na preparação dos materiais e reagentes usados nas intervenções.

O colégio é campo de estágio para todas as licenciaturas oferecidas pela UFPE e neste sentido constitui um espaço de experimentação pedagógica para desenvolvimento, aplicação e avaliação de metodologias para todas as disciplinas do Ensino Básico. Além disso, os alunos enfrentam um processo de seleção extremamente concorrido para estudar na escola, o que os diferencia de outros grupos de alunos do Ensino Básico.

O trabalho de intervenção foi planejado a partir da avaliação do estudo piloto. Tendo em vista que os alunos não responderam no estudo piloto todas as questões solicitadas na etapa mental (final) foi verificada a necessidade de reduzir o quantitativo de curiosidades que os alunos levantaram sobre a temática. Escolhemos três para serem respondidas pelos alunos durante a etapa mental. Considerando que a curiosidade enfatiza um caráter explicativo para a sua resposta, os alunos necessitam dedicar mais tempo à sua resolução.

Os itens da BOA também foram reduzidos para permitir uma análise mais objetiva por parte dos alunos.

Por outro lado a etapa controle foi elaborada com mais questões do tipo objetiva de múltipla escolha, sobre as propriedades dos ácidos e das bases relacionadas a situações

cotidianas em que estes conceitos são utilizados. Neste caso, os alunos responderam por meio do processo de identificação do conceito no objeto, ou seja, quais as características descritas no problema (Objeto) que abrange o conceito de ácidos e bases. Este procedimento está de acordo com o trabalho de Talizina (2008).

Ressaltamos que, como se trata de uma pesquisa de intervenção com o propósito de avaliar uma abordagem de ensino, o termo professor se refere ao autor desta tese.

Este estudo pretende avaliar a resposta à curiosidade, enquanto um problema de interesse e elaboração dos próprios alunos a partir da Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin. Assim, a resolução das curiosidades dos alunos se inicia com a Base Orientadora Ação, que traz as ações e os conceitos de ácidos e bases.

A metodologia do estudo se organiza da seguinte forma:

1. Descrição da técnica utilizada para a exposição da curiosidade dos alunos;
2. As etapas de formação de conceitos descrita por Galperin, conforme a figura 19.

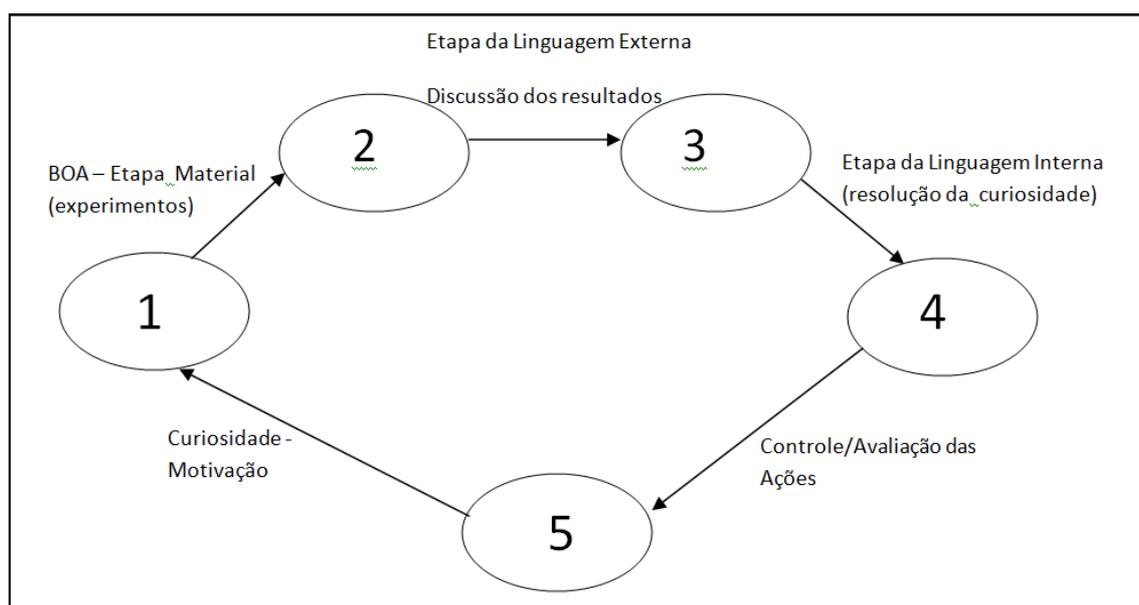


Figura 19. Esquema do Estudo II

Na figura 19, observa-se que as curiosidades (1) iniciam o processo de ensino e constitui a motivação e o objeto de estudo dos alunos. Esta curiosidade deve ser materializada e a base de orientação congrega o invariante conceitual das curiosidades e as ações correspondentes a serem executadas (2). A etapa da linguagem externa (3) compõe-se de discussões sobre os resultados da etapa anterior e a linguagem interna representa a resolução (oral ou escrita), por cada aluno, das curiosidades trabalhadas em sala de aula (4). O controle,

apesar de está descrito na fase (5), acontece durante todo o processo de ensino. Especificamente representa a coleta de dados para a avaliação do grau de generalização dos conceitos e também, como fruto da metodologia desenvolvida, o início de um novo ciclo de ensino com novas curiosidades.

Procurou-se aplicar as etapas de formação das ações mentais iniciando o processo a partir da exposição por escrito, da curiosidade dos alunos, a qual corresponde a etapa motivacional. Esta curiosidade foi elaborada a partir da leitura do texto Azia (apêndices), preparado de forma a englobar os conceitos de ácidos e bases. Os alunos tiveram cinco minutos para a leitura do texto que enfatiza o trabalho com as propriedades dos ácidos e bases ao nível do Ensino Médio (apêndices). Depois os alunos procederam a elaboração de suas curiosidades que poderiam estar diretamente relacionadas ao conteúdo de ensino ou versar sobre outras que já sabiam e que poderiam ser suscitadas pela leitura do texto.

Na fase do ensino, os alunos receberam as bases de orientação que descreviam os conceitos e as ações a serem realizadas (apêndices). As ações orientavam os alunos para a internalização dos conceitos de ácidos e bases, segundo a Teoria de Arrhenius.

Nos trabalhos de Rovira e Sanmartí (1998) e Talizina (1988) observamos um esquema geral para a construção de uma base de orientação. Esta por sua vez fundamenta-se no procedimento lógico de inclusão do conceito na ação, o que ajuda os alunos a associarem a propriedade da substância ao seu respectivo conceito, procurando também facilitar o processo de argumentação destas propriedades.

As bases de orientação devem ser formuladas de maneira a incluir as características essenciais do conceito, ou seja, o invariante conceitual, o qual neste estudo foi revelado durante o processo pedagógico com os alunos. Não foi fácil selecioná-lo e incluí-lo na base de orientação. Entretanto isto é um procedimento necessário para que ocorra a generalização dos conceitos. O invariante conceitual envolvido foi o meio aquoso, conforme a Teoria Ácido/Base de Arrhenius: ácidos são substâncias que em meio aquoso liberam H^+ e bases são substâncias que em meio aquoso liberam OH^- . Este conceito, não separa os sais e os óxidos. Estes são reconhecidos como: sais de hidrólise ácida ou básica e óxidos de hidrólise básica ou ácida.

Definido o invariante, o aluno terá uma idéia mais ampla e totalizante da abrangência do conceito, o que implica dizer também uma consciência sobre as condições de sua ocorrência.

Vale salientar que a BOA entregue aos alunos corresponde a terceira versão. Reelaborá-la foi necessário a partir do momento em que foi detectado que os alunos necessitavam de mais informações referentes aos conteúdos e procedimentos para realizar a ação de inclusão das substâncias no conceito de ácidos e bases. Durante a realização da etapa material os alunos anotaram as informações necessárias.

Mesmo com a experiência de sala de aula de química e em laboratórios de físico-química e biologia é interessante observar a extensão da dimensão das práticas de ensino e da própria dinâmica da sala de aula, ao nos depararmos com novas situações e novos sujeitos envolvidos no trabalho didático. Creio ser esta uma das grandes vantagens da Teoria de Galperin, ao considerar os condicionantes da ação e ao mesmo tempo a análise das suas possibilidades para a consecução do processo de ensino-aprendizagem. Assim, podemos dizer que a “reinvenção” da BOA consistiu de uma demanda da própria realidade de ensino.

Foram destinadas para esta etapa material o total de 4 aulas de 50 minutos para cada turma. O professor procedeu a explicação dos conceitos contidos na base de orientação, mostrando também alguns detalhes para a execução correta da ação, como, por exemplo, colocar a fita de papel indicador de pH na solução a ser testada e lavar o eletrodo do condutivímetro antes de testar cada substância.

As ações consistiam em testar a propriedade das substâncias e incluí-las nas suas respectivas funções: ácidos, bases, sais e óxidos, conforme as explicações iniciais do professor juntamente com as orientações da BOA.

Os alunos registraram as suas respostas por meio de um quadro que continha: o nome da substância, a fórmula, a função a que pertence, a solubilidade, a reação de dissociação, e o grau de dissociação (apêndices). Foram consideradas corretas as ações que identificavam a função à que pertencia a substância em teste e a sua respectiva representação por meio da linguagem química, ou seja, a descrição da reação de dissociação.

O percurso metodológico avaliado neste estudo atende a lógica dialética, ou seja, a inclusão do conceito nos objetos, o que pressupõe também a inclusão dos objetos no conceito. Assim, o trabalho da formação de conceitos inicia-se pela definição, a partir das seguintes ações, segundo Davidov (1983):

- fazer uso das propriedades essenciais do conceito no estudo dos materiais;
- determinar o invariante conceitual e confrontar as suas propriedades com os objetos;
- utilizar a linguagem científica como um instrumento de organização conceitual.

Deste modo, fazem-se necessárias as seguintes atividades:

- definição do conceito pelo conjunto das suas das propriedades essenciais;
- comparação de objetos reais, ou as suas representações, para a tomada de consciência dessas propriedades;
- análise de materiais teóricos que expressem a definição do conceito (linguagem oral ou escrita);
- aplicação do conceito em novas situações fazendo-se uso do conhecimento internalizado (etapa mental).

A definição, que constitui o início do processo didático para a assimilação dos conceitos, não se resume a dizer o que é o objeto, mas realizar uma série de operações em que seja possível compreender as propriedades essenciais de uma classe de objetos e que seja igualmente possível também ter consciência do domínio da extensão dessa classe, na qual determinados objetos estão incluídos. Podemos perceber também que a definição possibilita a realização de diversas ações com os objetos, a fim de compreendê-lo ao mesmo tempo em que se aplica as suas propriedades. Isto é um caminho para a generalização e a consciência dos conceitos.

O conceito de ácido forte/ácido fraco e base forte/base fraca está incluído dentro do conceito mais amplo de ácido e base não foi considerado no critério de inclusão acima descrito, embora tenha sido contemplado e até mensurado no tocante à caracterização do grupo de substâncias testadas pelas duas turmas.

Na turma do 1º ano A, cada grupo tinha 10 tarefas a serem executadas. A turma foi organizada em seis grupos subdivididos em duplas e trios, totalizando 60 tarefas. Entretanto, devido às limitações de horários só foi possível a realização de 43 tarefas pela turma do 1º ano A.

Na turma do 1º ano B tinha treze tarefas para os seis grupos, também subdivididos em duplas e trios, o que daria um total de 78 tarefas. Novamente devido às limitações de horário só foi possível a realização de 55 tarefas. A diferença no quantitativo de tarefas aconteceu devido a introdução de novas substâncias. A figura 20 mostra os alunos realizando a etapa material.



Figura 20: Alunos realizando a etapa material

Após a realização da etapa material, procedeu-se a etapa da linguagem externa que consistiu na discussão, junto com o professor, dos resultados obtidos pelos alunos. Nesta etapa procura-se proporcionar aos alunos a aquisição da linguagem científica por meio das interações sociais que se estabelecem em sala de aula. Destas, surgem novas dúvidas, esclarecimentos, reflexões sobre as condições e operações realizadas para a internalização dos conceitos. A etapa correspondente a avaliação da internalização dos conceitos (linguagem interna-etapa mental) foi realizada por meio da resolução das curiosidades dos alunos. Para isso foram selecionadas três curiosidades. Foi entregue aos alunos um esquema geral de BOA que serviu para a construção da base de orientação de cada um, conforme as orientações que seguem:

Questão geral: Considerando que para resolver as suas curiosidades sobre o fenômeno da azia, você tivesse que testar as propriedades das substâncias contidas nos antiácidos, utilize os itens contidos na Figura 21 para responder a cada uma das curiosidades (1,2,3).

- a) Identificação do problema;
- b) Motivação para resolver o problema;
- c) Objetivo;
- d) Operações e a ordem de execução das operações;
- e) O que eu preciso saber teoricamente para resolver;
- f) Quais as condições de que disponho para resolver a questão
- g) Escreva a resposta adequada a solução da curiosidade

Após responder todas as questões, elabore um plano de trabalho “esquemático” que você possa utilizar em situações semelhantes.

Figura 21. Base de Orientação do Estudo II

1. Por que são utilizados ácidos em alguns medicamentos anti-ácidos?
2. O que os alimentos gordurosos possuem que podem provocar azia?
3. O que são bases fracas e sais de hidrólise básica e porque estas podem ser usadas no tratamento da azia?

Foi estabelecido um padrão para avaliar as respostas dos alunos conforme os conceitos científicos utilizados na situação investigada. Nesta avaliação, considerou-se a adequação dos itens da BOA utilizados pelos alunos em conformidade com as propriedades dos ácidos e bases empregados no tratamento da azia.

Foi analisada a resposta que o aluno atribuiu a cada item, a relação que fazia entre os itens e a sua consonância com a resposta à questão. Foram estabelecidos os seguintes critérios:

R= Responde adequadamente: contempla a resposta da curiosidade segundo os conceitos científicos;

NR= Não Responde/Não identifica: não consegue dar uma resposta coerente com o significado do item ou simplesmente considera não ser necessário responder o item;

RP= Responde Parcialmente: utiliza os itens da BOA para responder parcialmente a sua curiosidade;

É atribuída ao aluno a resposta positiva ao item da BOA (+) quando tal item é respondido corretamente em duas das três curiosidades, conforme os padrões de resposta estabelecidos. O item respondido fora dos padrões recebe sinal (-) e o item da BOA respondido parcialmente é atribuído o sinal (+/-).

A seguir são apresentados os padrões de respostas das curiosidades dos alunos.

1. Por que são utilizados ácidos em alguns medicamentos anti-ácidos?

Resposta: O problema focaliza a ação dos ácidos juntamente com os carbonatos e bicarbonatos da fórmula dos anti-ácidos. O objetivo é descrever a ação desta mistura ao entrar em contato com o ácido clorídrico estomacal. Os carbonatos e bicarbonatos de sódio ou de cálcio, ao reagirem com o HCl, diminuirão a acidez. Entretanto, como essa diminuição não pode ser muito acentuada, em razão da necessidade de manter o pH estomacal entre 0,9 e 2,0, devido a ação de enzimas digestivas (pepsina), tem-se a introdução de ácidos fracos como o ácido cítrico ou ácido acetilsalicílico, para equilibrar a acidez do estômago. Os ácidos ao reagirem com os sais produzirão gás carbônico, o que melhora a sensação de enjôo. As

condições de realização da ação se limitam a promover uma diminuição da acidez estomacal e não uma neutralização total, o que prejudicaria a ação das enzimas na digestão dos alimentos. A operação poderia ser testar o pH da mistura contida nos anti-ácidos e verificar que esta mistura é ácida (em torno de 5,5) o que indicaria uma diminuição na acidez e melhora nos sintomas da azia. Como são ácidos fracos, pouco ionizáveis, características estudadas durante o processo de ensino, o aluno pode ter uma idéia da necessidade de manter o suco gástrico em equilíbrio.

2. O que os alimentos gordurosos possuem que podem provocar azia?

O problema diz respeito a composição química das gorduras e as propriedades destes compostos em meio ácido. O desejo de saber sobre o conteúdo da curiosidade constitui a sua motivação. As operações a serem realizadas podem ser:

- Identificar a composição das gorduras;
- Conhecer as propriedades dos componentes das gorduras;
- Determinar a relação dos componentes das gorduras com o aumento da acidez estomacal.

Para responder as questões são necessários conhecimentos das funções bioquímicas. A ação dos ácidos das gorduras pode aumentar a acidez pela dissociação dos ácidos graxos e pelo aumento da quantidade de gordura ingerida na alimentação.

3. O que são bases fracas e sais de hidrólise básica e porque estas podem ser usadas no tratamento da azia?

O Problema pede a conceituação de bases fracas e sais de hidrólise básica. A motivação pode está associada a conhecer a ação destes componentes presentes nos antiácidos. O objetivo seria relacionar as propriedades das bases fracas e sais de hidrólise básica à diminuição da acidez estomacal. As operações seguem o caminho de identificar as propriedades das bases fracas e dos sais básicos. Conhecendo estas propriedades o aluno pode elaborar uma explicação para o fato de serem utilizados como medicamentos anti-ácidos. As condições para serem utilizados como antiácidos tem a ver com o fato das bases estarem pouco dissociadas em meio aquoso e dessa forma interagem de modo a diminuir a acidez de forma equilibrada. Os alunos podem recorrer aos testes de condutividade elétrica das substâncias testadas durante o processo de ensino e identificar que a condição primordial de serem utilizados como bases fracas é ter um baixo grau de dissociação.

8.1 Usando a Estatística para avaliar a BOA

Foram realizadas análises estatísticas com o intuito de verificar a adequação dos itens da BOA como um instrumento para a resolução das curiosidades dos alunos. Estes testes dizem respeito a confiabilidade, a consistência, o desempenho global de cada turma (Teste T) e as correlações entre os itens da BOA acompanhadas dos seus respectivos níveis de probabilidade.

O teste de confiabilidade (Reliability Scale) para construção de índices, avalia a possibilidade de se construir índices que tornem possível a transformação de variáveis ordinais em variáveis intervalares (FIELD, 2005). No caso tínhamos variáveis ordinais tais como R- Respondeu ao item da BOA, NR- Não Respondeu ao item da BOA (NR) e RP- Respondeu Parcialmente ao item da BOA, que foram traduzidas em variáveis intervalares ao qual aplicamos o Teste-T. O índice foi criado somando-se os oito itens da BOA e dividindo-os por 8, o que resultou num valor para cada estudante em uma escala variável de 1 a 3.

O teste de confirmação da consistência dos índices em termos de normalidade foi feito pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov. Este teste verifica se os índices criados convergem em torno de uma média.

Os itens da BOA foram correlacionados entre si. As correlações variam de 0,00 a 1,00 e podem ser positivas ou negativas. Foram estabelecidos os seguintes parâmetros de avaliação, conforme Dancey (2007):

Correlações de 0,00 a 0,29 - Fraca.

Correlações de 0,30 a 0,69 - Moderada.

Correlações de 0,70 a 0,99 - Forte.

Correlação de 1,00 – Perfeita

Os valores foram obtidos a partir do Teste de ρ -Spearman. Para a construção da tabela de correlações e probabilidade foram considerados os valores moderados a forte a partir de 0,50).

8.2 Parâmetros para a determinação da qualidade da ação - grau de consciência e grau de generalização

Os itens contidos na BOA são utilizados para determinar o grau de consciência dos alunos conforme a situação que está sendo investigada. Como esta se propõe a fornecer os elementos da realidade objetiva que, de certa forma, condicionam a ação do sujeito, este terá um grau de consciência relativamente alto quanto mais sejam os elementos da BOA que utilize para responder adequadamente a sua própria curiosidade, ao mesmo tempo que se apropria do conceito durante a realização da ação. Assim, quanto mais considerações e relações faça sobre os dados do fenômeno em estudo mais consciência terá dos limites e possibilidades de sua ocorrência. Esta observação se relaciona também com a caracterização sobre o que vem a ser consciência segundo a Teoria da Atividade de Leontiev (2004). Para este teórico, quanto mais detalhada for a ação que o sujeito realiza, e isto pode ser expresso na BOA, mais consciente será dos fatos e acontecimentos que vivencia com respeito a sua própria ação. Podemos dizer então que quanto maior for o grau de detalhamento da ação mais consciência teremos sobre ela.

O cálculo do grau de consciência médio de cada turma foi medido considerando o número de alunos que deram respostas completas aos itens da BOA, dividido pelo total de alunos, multiplicado por 100, conforme a fórmula:

$$GC = NA/NT \times 100$$

Onde:

GC é o grau de consciência

NA é o número de alunos com bases completas

NT é o Numero total de alunos participantes

O grau de generalização pode ser definido como sendo a capacidade que o aluno tem de estender à ação do conceito a outra situação em que tal conceito se aplica, obedecendo os limites da sua definição. De acordo com Nuñez, Pacheco (1997, p. 430):

“um alto grau de generalização significa: a possibilidade de o aluno aplicar com êxito a metodologia geral que orienta a atividade e todos os casos possíveis dentro dos limites de aplicação, assim como também às tarefas que representam novas situações e exigem uma transferência correta do conhecimento”.

O grau de generalização foi medido através da atividade de controle que continha novas situações que retratavam o uso e o entendimento dos conceitos de ácidos e bases.

A atividade de controle foi realizada através de uma lista de exercícios entregue aos alunos a ser respondida individualmente. Estas atividades tinham como princípio a relação de inclusão do conceito no objeto e do objeto no conceito e continha as características trabalhadas durante o processo de ensino, bem como outras não trabalhadas como estado físico das substâncias, ligação química, soluções, tipos de misturas, dentre outras. Foram ao todo 22 problemas, do tipo objetivo, com cinco alternativas (a, b, c, d, e) e apenas uma resposta considerada correta, extraídos do livro Peruzzo e Canto (2003), Anexo V.

O grau de generalização dos alunos foi calculado considerando a quantidade de respostas corretas em função do total de questões a serem respondidas, multiplicado por 100, conforme expressão abaixo.

$$GG = QC/QT \times 100$$

Onde:

GG = grau de generalização

QC = número de questões respondidas corretamente

QT = número total de questões

O grau de generalização da turma foi realizado como uma média do resultado obtido para todos os alunos.

Desde o início do processo de ensino, as características essenciais do conceito estavam presentes na base de orientação dada aos alunos. De acordo com Talizina (2008), a generalização do conceito acontece a partir do momento que as suas características essenciais estão presentes na BOA, e por meio de uma ação consciente, que enfatize uma atividade com o conceito, tais características são generalizadas. Para isso, segundo talizina (2008) realiza-se o procedimento lógico de inclusão do conceito na ação. Este procedimento procura apropriar-se das características do objeto de estudo, identificando-o e conceituando-o dentre os objetos que possuem tais propriedades.

A adequação da BOA na resolução da curiosidade dos alunos foi avaliada também através de testes estatísticos.

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.3.1 Análise da curiosidade dos alunos. Etapa da Motivação

Em média cada aluno revelou uma curiosidade, tendo a maioria das curiosidades sendo escritas na forma de perguntas, como mostra a relação abaixo:

1. Chiclete, pastilha, após uma refeição, afetam o estômago de alguma forma?
2. É muito comum se ouvir uma pessoa falando que está com azia, mas não tenho conhecimento se esta sensação fica presente nas pessoas que já sentiram pelo resto da vida ou se essa sensação pode passar hereditariamente e se a constância desta sensação pode prejudicar o aparelho digestivo?
3. Como você confirma se realmente o que você está sentindo é azia?
4. Que outras doenças mais graves do aparelho digestivo podem está relacionadas com o sintoma da azia?
5. A azia pode virar algum câncer no estômago?
6. Se uma pessoa toma anti-ácido com frequência, o que isso pode prejudicar na pessoa?
7. Por que quando comemos de noite alguns alimentos sentimos mais azia?
8. Qual a diferença da azia e da gastrite?
9. Só a alimentação traz a azia? Há pessoas que tem mais tendência, por genética, etc?
10. Os remédios (sonrisal, sal de eno, etc) só diminuem a azia, mas não curam?
11. Por que os medicamentos utilizam ácidos, se a dor é causada pelo ácido do estômago?
12. A azia é prejudicial a saúde? Se sim, por quê?
13. A Azia, em si, causa algum mal no organismo?
14. Como os alimentos gordurosos e cafeinados podem causar azia?
15. Por que não se pode usar anti-ácidos sempre?
16. A azia pode ter outra causa além do refluxo?
17. Os remédios (sonrisal, sal de eno, etc) só diminuem a azia, mas não curam?

Estas foram as curiosidades levantadas pelos alunos após a leitura do texto “Azia”. Houve curiosidades semelhantes que não foram listadas. Outras que tratavam do mesmo aspecto e, por essa razão, foram incluídas numa mesma sentença.

Obviamente, muitas das curiosidades dos alunos não foram respondidas com a temática tratada em sala de aula. Foram reunidas aquelas curiosidades que tinham relação direta com o assunto trabalhado com os alunos, em virtude de termos assumido o compromisso de tratar os conteúdos da disciplina de química programados (no caso funções inorgânicas). Dessa forma, as curiosidades relacionadas aos conceitos de ácidos e bases, foram:

1. Por que são utilizados ácidos em alguns medicamentos anti-ácidos?
2. Como os ácidos vão agir para combater a acidez?
3. Por que os medicamentos utilizam ácidos, se a dor é causada pelo ácido do estômago?
4. O que é AAS?
5. O que estas substâncias (alimentos gordurosos e cafeínados) possuem que provocam azia?
6. Como o estômago consegue se manter, mesmo havendo substâncias ácidas lá?
7. Por que jamais podemos utilizar bases fortes, como o hidróxido de sódio, para tratar a azia?
8. O que são bases fracas e sais de hidrólise básica e porque estas podem ser usadas no tratamento da azia?

Do total de 25 curiosidades elaboradas pelos alunos oito puderam ser escolhidas para tratar do assunto ácidos e bases.

Mesmo fazendo uma seleção prévia das curiosidades a serem tratadas no tópico de ensino “ácidos e bases” é interessante observarmos as possibilidades de aprendizagem que os alunos podem ter a partir do momento que o professor considera como uma referência de conteúdo de ensino a curiosidade dos alunos. Constatamos a diversidade de relações existente entre o fenômeno da azia e as questões de interesse postas pelos alunos, tais como a relação entre azia e cancer, alimentação e azia, outros sintomas que são semelhantes à azia, a contradição da presença de ácidos em medicamentos anti-ácidos, a não utilização de ácidos e bases fortes para tratar a azia, dentre outras relações que os alunos estabeleceram nas curiosidades sobre o fenômeno.

Freire (1996) já ressaltava essa profusão de conhecimentos que poderia surgir e que poderia ser trabalhada em sala de aula, ao indicar para o professor a iniciativa de pedir para os seus alunos uma relação de perguntas que gostariam de ter respondidas.

Nishimoto et al (2007) salienta que muitas das curiosidades dos alunos estão relacionadas aos fatos e acontecimentos retratados nos meios de comunicação social, principalmente a

televisão, o que reforça o processo de construção social pelo qual passa a curiosidade dos estudantes. Tal processo também está presente nas características de boa parte das curiosidades que os alunos relataram a partir do texto sobre azia. Os conteúdos destas curiosidades descrevem acontecimentos vivenciados pelos alunos.

Pode-se constatar também o valor epistêmico destas curiosidades conforme as orientações de Schmitt e Lahroodi (2008), em que a questão que o aluno visa uma solução já fazia parte do seu interesse e para a qual denotava atenção, pois o tema ajudou a suscitá-la, uma vez que o texto não se referia a sintomatologia diversas em que a azia aparece ou a outras variantes como a idade, sentir azia em horários noturnos ou está ligada a fatores genéticos. Verifica-se também o valor epistemológico das questões formuladas pelos alunos, o que as caracterizam como uma curiosidade científica, pois se orienta especificamente para fatores relativos as causas e aos efeitos da azia e de que forma podem ser sanados ou amenizados.

8.3.2 Sobre os procedimentos lógicos de inclusão do conceito na ação. Etapa Material

Na etapa material os alunos das duas turmas executaram 98 tarefas que incluíam a definição de ácido e base e a sua representação na forma de uma reação de ionização em meio aquoso, os quais representam as características essenciais do conceito.

Sobre a atividade de inclusão do conceito, das 43 tarefas da turma do 1º ano A, 53% foram corretamente executadas, contra 47% das tarefas não incluídas corretamente.

A grande parte dos erros cometidos pelos alunos não se refere a inclusão das substâncias no conceito de ácido e base de Arrhenius, ou seja, conseguem identificar a função através do teste de pH, mas a representação da dissociação das substâncias fica comprometida. Por exemplo, representaram o cálcio como um cátion monovalente (Ca^+) em vez de um cátion bivalente (Ca^{++}), e o íon hidrogênio como H_2^+ em vez de 2H^+ , o íon hidroxila (OH^-) como $(\text{OH})_2^-$.

Na turma do 1º ano B, 35% das tarefas de inclusão foram executadas corretamente contra 65% que não foram incluídas corretamente. Grande parte destes erros esteve relacionado a representação do fenômeno de dissociação, mais especificamente às cargas dos íons em solução, semelhante a turma anterior e também ao fato dos alunos montarem a equação de dissociação mas não completarem corretamente, conforme o conceito de

Arrhenius. Esperava-se que os alunos representassem corretamente as equações de ionização-dissociação das substâncias em meio aquoso.

As características dos erros cometidos nas duas turmas demonstram que os alunos não se orientaram para os aspectos irrelevantes das substâncias testadas, mas para as suas características essenciais, durante toda a execução das tarefas, cumprindo o procedimento geral de inclusão lógica das substâncias no conceito estudado (TALIZINA, 2008) embora a maioria dos erros cometidos esteja relacionado à representação do conceito. Esta é uma das grandes dificuldades dos alunos no ensino da química no nível médio, incorporar a linguagem química (símbolos e fórmulas) à análise dos fenômenos em estudo.

Podemos inferir pela análise desses erros a dificuldade em perceber a lógica de estruturação do conceito e sua identificação nos materiais apresentados. Pelo próprio conceito presente na base de orientação é possível realizar a equação de dissociação ou ionização da substância de modo a cometer menos erros. Entretanto, dada a ênfase do ensino de ciências em outros aspectos que não sejam as propriedades das substâncias isso faz com que os alunos não saibam trabalhar com os conceitos, ou seja, eles desconhecem a ação que está relacionada aos conceitos. Além disso, o fato da etapa material ter sido executada por meio de uma experimentação, fez com que os alunos a considerassem como uma experimentação tradicional, ou seja, comprovar a teoria na prática e não utilizá-la como um procedimento lógico-dialético de inclusão do conceito na ação, em que, a partir da definição do conceito, a sua materialização dar-se-á pela caracterização na realidade, expressa pelos conceitos de ácidos e bases. Neste sentido a experimentação representa a etapa material, na qual é possível realizar a inclusão do conceito na ação, ou seja, reconhecer na prática a ação exigida pelo conceito. Para o grau de dissociação, 72% das tarefas foram incluídas corretamente pelas duas turmas, associando o grau (alto ou baixo) ao ácido ou base correspondentes. Já 28% não foram incluídas corretamente. Com estes testes os alunos percebem que ácido forte ou fraco está relacionado com a dissociação dos íons hidrogênio em meio aquoso ou da hidroxila no caso das bases, verificado pela condutividade elétrica das soluções, a qual foi experimentalmente determinada.

8.3.3 Etapa da linguagem externa

Na etapa da linguagem externa foi possível discutir as respostas dos alunos ao procedimento de inclusão do conceito nas propriedades das substâncias.

Como descrito por Galperin, esta etapa é provida pelas interações em sala de aula com o intuito de esclarecer os resultados das ações desenvolvidas. Nesta etapa foi revelado muitas das dificuldades dos alunos em representar corretamente as reações de ionização e dissociação das substâncias. Ao mesmo tempo os fundamentos teóricos de Galperin ao enfatizar uma lógica dialética de inclusão de conceitos nas ações correspondentes, parece indicar caminhos para superação da excessiva abstração em que os conceitos são apresentados e trabalhados no ensino médio, ao materializar o objeto de estudo e enfatizar, pela atividade de aprendizagem, a lógica da ação a partir das suas características essenciais.

8.3.4 Etapa da linguagem interna: respostas das curiosidades

Esta etapa foi desenvolvida a partir da resposta individual dos alunos os resultados estão descritos no tabela 7 e tabela 8. Os nomes dos participantes foram alterados para preservar as suas identidades, conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Tabela 7. BOA dos alunos do 1º ano A de acordo com os itens estabelecidos por Sanmarti (1998)

ALUNO	PROBLEMA	MOTIVAÇÃO	OBJETIVO	OPERAÇÕES	CONDIÇÕES DE AÇÃO	CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS	ESQUEMA DE RESOLUÇÃO	RESPOSTA ADEQUADA
1A1	+	+	-	+	-	+	-	-
1A2	+	-	+	-	-	-	-	-
1A3	+	-	+	-	-	-	+	-
1A4	-	+	+	-	+	-	-	-
1A5	+	+	+	-	-	+	-	+/-
1A6	-	+	+	+	+	+	-	+/-
1A7	-	-	-	+	+	-	-	-
1A8	+	-	+	-	-	+	-	-
1A9	+	-	+	+	-	-	-	-
1A10	-	+	-	-	-	-	-	-
1A11	-	-	-	-	-	-	+	-

1A12	+	-	-	-	-	-	-	-
1A13	-	+	-	+	-	-	-	-
1A14	-	-	-	-	-	-	-	-
1A15	-	-	-	-	-	-	-	-
1A16	+	+	+	-	-	+	-	+
1A17	+	+	+	+	+	+	-	+
1A18	+	+	+	-	-	+	-	+
1A19	+	+	+	+	+	+	+	+
1A20	+	+	+	+	-	-	-	+
1A21	+	+	+	+	-	+	-	+
1A22	+	+	+	-	+	+	-	+
1A23	+	+	+	-	+	+	-	+
1A24	+	+	+	+	+	+	+	+/-
1A25	+	+	+	+	+	+	-	+

1A26	+	+	+	+	+	+	-	+
1A27	+	+	+	+	+	+	+	+
1A28	+	+	+	+	+	+	-	+

Tabela 8. BOA dos alunos do 1ª B de acordo com os itens estabelecidos por Sanmarti (1989)

ALUNO	PROBLEMA	MOTIVAÇÃO	OBJETIVO	OPERAÇÕES	CONDIÇÕES DE AÇÃO	CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS	ESQUEMA DE RESOLUÇÃO	RESPOSTA ADEQUADA
1B1	-	-	-	-	-	-	-	-
1B2	-	-	-	-	-	-	-	-
1B3	+	+	+	+	+	+	-	+
1B4	-	-	-	+/-	+/-	-	-	-
1B5	+	+	+	-	-	+	-	+
1B6	+	-	+	+/-	+	+	-	+
1B7	+	-	+	-	-	+	-	+/-
1B8	+	-	+	-	+	+	-	+
1B9	+	-	+	-	+	-	-	+
1B10	+	-	-	-	+	-	-	+
1B11	+/-	-	-	-	-	-	-	-
1B12	+/-	-	-	-	-	-	-	-

1B13	+/-	-	-	-	-	-	-	-
1B14	+	-	-	+	+	-	-	-
1B15	+	-	-	+	+	-	-	-
1B16	-	-	-	-	-	-	-	-
1B17	+/-	-	+/-	-	-	-	-	-
1B18	+/-	-	+/-	-	-	-	-	-
1B19	+/-	-	+/-	-	-	-	-	-
1B20	+	-	-	-	-	+/-	-	+/-
1B21	+	-	+	-	+	+	-	+/-
1B22	+	-	+	-	+	+	-	+/-
1B23	+	-	+	-	-	+	-	+
1B24	+	+	+	-	-	+	-	+
1B25	+	-	+	-	+	-	-	+
1B26	+	+	+	-	+	-	-	+

1B27	-	-	-	+/-	-	-	-	-
1B28	+/-	-	+/-	-	-	+	-	+/-
1B29	+	-	+	-	+	+	-	+
1B30	+	+	+	-	+	-	-	+
1B31	+	+	-	+	-	+	-	-

Legendas:

+ = responde corretamente o item da BOA conforme o padrão de respostas estabelecido;

- = não responde corretamente o item da BOA conforme o padrão de respostas estabelecido;

+/- = responde parcialmente o item da BOA conforme o padrão de respostas estabelecido.

Considerando as potencialidades da BOA para resolução das suas curiosidades em química, podemos dizer que os alunos que construíram uma BOA com um número maior de itens respondidos adequadamente, aproxima-se mais do padrão de resposta adotado. Esta correlação positiva entre a base de orientação e o desempenho dos alunos na resolução das curiosidades também foi obtida por Arellano e Merino (2005) ao afirmar que os alunos que descreveram uma base de orientação mais ramificada, com mais elementos, obtiveram os melhores resultados e expressaram as idéias de forma mais claras. Por outro lado, constata-se também que aqueles alunos que pouco descreveram os itens da BOA não apresentaram uma resposta adequada, tendo em vista que não articularam os itens da sua bases de orientação de modo a relacionar o conjunto de ações ao problema/curiosidade e sua conseqüente resolução.

8.3.5 Análise Estatística

No **Teste de Confiabilidade**, observou-se um valor médio de 0,773, bem acima de 0,6 (padrão estatístico). Isto significa que os critérios de avaliação dos itens da BOA são confiáveis para construção de índices. Isso significa também que, ao trabalhar a curiosidade científica dos alunos por meio dos itens da BOA, estes caminham no sentido de permitir ao aluno uma apropriação do conceito científico, pois convergem positivamente para ajudar o aluno a responder a sua curiosidade. A ordem geral dos itens da BOA permite uma boa análise das curiosidades no sentido de que contribuem, para em conjunto, responder adequadamente a curiosidade científica dos alunos. Ou seja, podemos dizer que do ponto de vista estatístico o instrumento funciona para o objetivo de ajudar a responder a curiosidade dos alunos.

No **Teste de Kolmogorov-Smirnov**, os índices foram confirmados como normais ($> 0,05$) e tem consistência para serem usados para avaliar o desempenho dos alunos, respondendo as suas curiosidades.

Na avaliação global do desempenho dos alunos de cada turma, a partir do **Teste T** tivemos os seguintes resultados:

Em média os alunos das duas turmas responderam parcialmente os itens da BOA.

O **Teste-T** mostrou que mais alunos do 1A responderam aos itens da BOA com índices de 2,23 e na turma do 1B tivemos mais alunos com valores em torno de 1,67, o que demonstra um desempenho geral melhor na turma do 1 A.

O Teste de ρ Spearman mostra as correlações acima de 0,5, conforme a tabela 9

Tabela 9 correlação dos itens da BOA

Itens da BOA correlacionados	Curiosidade 1. Correlação	Curiosidade 1. Probabilidade	Curiosidade 2. Correlação	Curiosidade 2. Probabilidade	Curiosidade 3. Correlação	Curiosidade 3. Probabilidade
Motivação x Operações	0,517	>0,0001				
Resp. adequada x Objetivos	0,512	>0,0001				
Resp. Adequada x Conhecimentos	0,732	>0,0001				
Resp. adequada x Identificação do problema			0,518	>0,0001		
Operações x Condições da Ação			0,606	>0,0001		
Resposta Adequada x Conhecimentos			0,706	>0,0001		
Objetivos x Motivação					0,517	>0,0001
Operações x Motivação					0,564	>0,0001
Resposta Adequada x Conhecimentos					0,524	>0,0001

Todas as correlações estatisticamente significativas dos itens da BOA foram positivas. Tais correlações decaem ou se elevam conjuntamente.

Na curiosidade 1 (Por que são utilizados ácidos em alguns medicamentos anti-ácidos?), os alunos conseguem relacionar positivamente a motivação às operações necessárias para responder a curiosidade. Neste caso a curiosidade motiva os alunos a encontrar as operações para resolver o problema. Além disso, os objetivos e os conhecimentos têm correlação positiva com a resposta adequada, sendo que os conhecimentos são mais fortemente correlacionados com a resposta adequada, o que parece favorecer ainda mais a resolução do problema. Dessa forma na resolução da curiosidade 1 a base de orientação utilizada pelos alunos é composta por motivação, operações, objetivos, conhecimentos que convergem na resolução da curiosidade com alta probabilidade de êxito.

Na curiosidade 2 (O que os alimentos gordurosos possuem que podem provocar azia?), a resposta adequada tem correlações positivas com os conhecimentos e a identificação dos problemas. Neste caso indicam que a curiosidade diz respeito aos componentes da gordura que podem estar relacionados com a azia, o que faz os alunos associarem a composição das gorduras à especificidade da identificação do problema. A composição das gorduras parece

determinar as condições e as operações necessárias para resolver o problema. Estes elementos compõem a base de orientação para pensar e resolver o problema.

Na curiosidade 3 (O que são bases fracas e sais de hidrólise básica e porque estas podem ser usadas no tratamento da azia?). Os objetivos e as operações tem correlações positivas com a motivação, o que parece indicar que a curiosidade facilita os alunos a esboçar os elementos essenciais da ação, o que obviamente não garante a resolução correta do problema mas contribui para a busca de solução, como articular os conhecimentos com os demais itens da BOA para encontrar a resposta adequada à curiosidade .

Podemos afirmar então que as bases de orientação esboçada nas três curiosidades têm alta probabilidade de que os alunos possam recorrer a elas para a resolução das suas curiosidades.

Analisando, do ponto de vista qualitativo as bases de orientação dos alunos percebe-se que os itens problema, motivação, objetivo estão mais presentes do que as operações, as condições de realização da ação e os conhecimentos necessários, o que significa que os alunos de um modo geral não articulam os conceitos as ações correspondentes, demonstrando certa dificuldade em trabalhar com os conceito se desenvolver corretamente a atividade de aprendizagem. Isto reafirma as concepções teóricas de deste estudo que enfatiza a internalização da atividade e não apenas dos conceitos como condição primordial para uma aprendizagem da *práxis* (como articulação entre teoria e prática, conceito e aplicação) científica.

8.3.6 Grau de consciência, grau de generalização e comparação com outros estudos

Estes resultados das duas turmas são válidos e confirmados também pela medida do grau de generalização e do grau de consciência. Em ambos os parâmetros a turma A teve um desempenho superior aos alunos da turma B, ficando acima da média. Tal fato pode indicar um reflexo nos níveis de generalização e consciência obtidos, conforme a tabela 10.

Tabela 10. Resultado do grau de generalização e consciência

Turma	Ações Planejadas	Ações Executadas	Ações Corretas de Inclusão do Conceito na Ação-Etapa material	B.O.A Grau de Consciência	Atividade de Controle das Ações- Grau de Generalização (média da turma)
1º ano A	60	43	53%	43%	37%
1º ano B	78	55	35 %	39%	36%
Média	69	49	44%	41%	36,5%

O desempenho geral dos alunos das duas turmas está próximo dos resultados obtidos por Nuñez (1999) ao analisar a qualidade das ações desenvolvidas para a aprendizagem do conceito de mudança de fase, junto a uma turma de graduação de Engenharia Mecânica em Cuba. Neste trabalho, o autor constatou a validade do método de ensino baseado em Galperin em função do desempenho que os alunos obtiveram com respeito ao grau de generalização, consciência e independência em comparação com a turma controle tratada pelo método tradicional de ensino. Os resultados deste e de outros autores estão contidos no tabela 11.

Tabela 11. Tabela comparativa dos resultados obtidos por esta e outras pesquisas

REFERÊNCIA	SUJEITOS	GRAU DE GENERALIZAÇÃO (%)	GRAU DE CONSCIÊNCIA (%)	OBSERVAÇÃO
Nuñez(1999)	Alunos de Engenharia Mecânica do Instituto Politécnico de Havana-Cuba	36,5	32	Graus definidos no controle das ações
Talízina (2008)	Crianças de seis anos de idade da escola básica-Cuba	97	Não foi medido	Grau definido no controle das ações
Ribeiro (2008)	Alunos de Pedagogia da UFRN	43	43	Graus definido na etapa mental
Mendoza e Tintoter (2010)	Alunos do Curso de Sitemas de Informações-Univ. Atual da Amazônia	91	36	Grau definido na etapa mental
Estudo Piloto	Alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Aggeu Magalhães.	Não foi medido	24	Grau definido na etapa mental
II Estudo	Alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFPE	36,5	41	Graus definido na etapa mental e durante o controle das ações.

Além dos cálculos realizados para mensurar a qualidade da ação, os resultados são comparados com outras pesquisas. Para o grau de consciência e generalização, Nunez (1999) estabeleceu níveis para classificar as respostas obtidas no exercício controle. Para efeitos comparativos este estudo considerou as percentagem obtidas nos níveis mais elevados (1 e 2) dos parâmetros de consciência e generalização de Nuñez (1999).

Talizina (2008) mediu o grau de generalização através das respostas corretas obtidas em relação ao total de atividades de inclusão realizadas pelas crianças.

O trabalho de Ribeiro (2008) traz uma síntese avaliativa dos percentuais de definição e identificação dos conceitos, segundo os níveis alcançados pelos professores.

Para relacionar os resultados de Ribeiro (2008) com o grau de generalização e com o grau de consciência, este estudo considerou, para efeitos comparativos, a média da definição dos conceitos como equivalentes ao grau de consciência e a média da identificação dos conceitos equivalentes ao grau de generalização, pois retratam ações que se relacionam com tais parâmetros.

Altos níveis de generalização podem ser obtidos em todos os níveis de ensino tanto com conceitos mais elementares, que foram trabalhados por Talizina (2008) como com conceitos mais complexos e relacionais, que foram trabalhados por Mendoza (2010) o que demonstra a validade da realização das ações voltadas a compreensão das propriedades essenciais do objeto, no processo de generalização dos conceitos. Segundo Talizina (2008):

“quando é garantido a orientação do sistema pelas características essenciais dos objetos, as características irrelevantes gerais não se encontram no conteúdo da generalização, embora estejam presentes em todos os objetos com os quais os alunos trabalharam.” p. 78.

Considerando a média dos níveis mais significativos atribuídos por Nuñez (1999), o grau de generalização e de consciência obtido foi de 36,5% e 32%, respectivamente. Neste presente trabalho a média foi de 36,5% para o grau de generalização e de 41% para o grau de consciência. Este resultado indica que a formação das ações mentais por meio da curiosidade dos alunos teve um grau de consciência mais elevado comparado ao processo de motivação e significação da aprendizagem utilizado por Nuñez (1999), que procurou associar a temática “pressão de vapor” ao trabalho das máquinas, objeto de estudo do futuro engenheiro mecânico. Isto aponta para o que afirmam Talizina (1988) e Leontiev (2004) sobre ter uma motivação para o bom exercício das ações e no caso deste estudo, a curiosidade como motivação para o processo de ensino/aprendizagem mostra-se bastante promissora para o desenvolvimento de níveis significativos de aprendizagem e para a formação de habilidades, um vez que os alunos conseguem ter um grau razoável de generalização que lhes permitem realizar de tarefas sem erros.

O trabalho de Ribeiro (2008) expressa um grau de consciência maior em relação a esta pesquisa e a de Nuñez (1999), tendo em vista que foi desenvolvido com professores que atuavam no planejamento e na prática de ensino. Durante o efetivo exercício docente, os professores têm mais oportunidades de refletirem a respeito das suas ações e planejá-las utilizando dados que coletam da sua própria realidade escolar, tendo ainda a possibilidade de promover de maneira mais eficiente uma regulação das ações que estão executando na escola, campo de trabalho.

Comparando os resultados dos alunos do CAp, com o estudo piloto, constatam-se um nível de generalização e consciência mais elevado em relação aos alunos da Escola Ageu Magalhães. Este resultado pode ser explicado por uma série de fatores de ordem econômica, política, social e organizacional de ambas as escolas, que fogem ao âmbito deste estudo. Entretanto, pode ser enfatizado como uma explicação plausível o fato de que os alunos do CAp tinham um nível inicial de informação científica necessário à aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases mais bem estruturados do que o nível de informação requerido dos alunos do Ageu Magalhães necessários ao entendimento das propriedades dos metais. Talizina (1988) enfatiza a importância de conhecimentos básicos necessários à realização correta das ações.

Apesar das pesquisas de Nuñez (1999) e Ribeiro (2008) considerarem bastante significativos os seus resultados, podemos dizer que os resultados deste estudo foram inferiores às expectativas para os alunos do CAp, em razão dos bons resultados obtidos pela escola nas avaliações nacionais do Ensino Médio (INEP, 2010). Embora tais resultados sejam fruto de um contexto social mais amplo que não inclui apenas a qualificação da escola, mas o contexto cultural e familiar destes alunos, os quais certamente permitem outras aprendizagens que se relacionam e tem impactos positivos no desempenho dos alunos nestas avaliações.

Dessa forma consideramos baixos os níveis de generalização e consciência dos alunos sobre os conceitos de ácidos e bases, pois não chegam nem a metade das ações propostas para a internalização da atividade de ensino.

Por outro lado, é importante ressaltar que o resultado de avaliação dos dados aqui apresentados e discutidos devem ser encarados também na sua perspectiva dialética. Os níveis atingidos pelos alunos revelam não só a “inesperiência” em tratar o conhecimento nas diversas dimensões da realidade do fato científico, mas também diz respeito ao histórico escolar das vivências de práticas de ensino e aprendizagens que realizam na escola.

A respeito disso, verifica-se que a metodologia desenvolvida promove o enfrentamento das dificuldades dos alunos de representar corretamente, na linguagem química, os fenômenos estudados por esta ciência. A partir do momento que incorpora na ação o conceito, a sua internalização pode ser expressa pela demonstração de argumentos mais sólidos que são construídos de forma mais relacional e que procura articular as variáveis intervenientes na análise dos fenômenos. Podemos verificar isto através de algumas respostas dos alunos:

“Se fossem colocados exclusivamente bases nos medicamentos contra a azia, o ácido seria totalmente neutralizado e este não é o objetivo da medicação. Por isso, há necessidade da colocação do ácido na mesma”.(Aluna do 1.A)

“Motivados pela dúvida, devemos fazer alguns testes (condutividade e pH) para entender a ação destas substâncias. Diante dos resultados dos testes de condutividades elétrica e medidas de pH, podemos dizer que as bases fracas são aquelas que propiciam a formação de poucos íons; sais de hidrólise básica são os sais que quando em contato com a água, têm função de base”. (Aluno do 1.A)

“Sais de hidrólise básica são sais que também podem ser utilizados nos remédios anti-azia, por conseguir também modificar o pH (do estômago) de modo a estabilizá-lo”.(Aluna do 1A)

“Se fosse utilizada base forte, estaríamos “anulando” o pH do estômago acabando com a atividade enzimática ali envolvida.” (Aluno do 1A)

Nos trechos acima, observamos que os alunos conseguem estabelecer relações entre as operações necessárias para avaliar as propriedades dos ácidos e bases e chegar a uma conclusão utilizando os itens contidos na BOA. Conseguem associar a necessidade de restabelecer a normalidade da acidez estomacal para garantir a ação das enzimas digestivas, um aspecto muito importante para restabelecer a saúde a quem está sofrendo de azia, além de entender o processo de tratamento dos sintomas como um esforço para alcançar o equilíbrio iônico do meio.

Percebe-se assim, a validade da BOA como um instrumento de análise das condições reacionais envolvidas num fenômeno da natureza, pois há uma disponibilização dos

elementos necessários para a construção de um pensamento mais complexo, apoiado na seleção das informações mais relevantes, na articulação com os dados observados, na objetividade que se estabelece entre as ações e o conceito a ser internalizado.

Este resultado reflete a potencialidade da base de orientação em promover um pensamento mais discursivo nos alunos também foi constatado por Rovira e Sanmarti (1998). De acordo com as autoras, a BOA permite aos alunos relacionar de forma bastante significativa as informações disponíveis sobre um fenômeno, o qual se encontra inserido no marco teórico de uma dada ciência. Os alunos, por meio da BOA, conseguem estruturar os conceitos a partir da análise dos dados da realidade objetiva e das evidências empíricas que expressam tal fenômeno.

Por outro lado, podemos afirmar que o uso da BOA na resolução de problemas em química não constitui uma garantia de resposta certa ou ação correta para a aprendizagem do conceito, mas amplia as possibilidades de compreensão pelos alunos, uma vez que tais conceitos estão imbricados na ação e esta se desdobra em operações, condições de ação, objetivos, motivação, conhecimentos necessários a sua resolução, o que permite a criação de uma consciência conceitual, pois é possível a incorporação de tais elementos, ampliando o entendimento do fenômeno estudado e possibilitando a aquisição de novas habilidades que se manifestam na intervenção do sujeito na sua própria realidade.

Dessa forma, associar a BOA à curiosidade parece ser um procedimento adequado, tendo em vista que a curiosidade se manifesta na interpretação que fazemos das experiências que vivenciamos e estas são expressões que devem ser analisadas de uma forma mais abrangente e articulada.

Outra adequação pedagógica que podemos relacionar entre o objeto e a metodologia de ensino empregada, diz respeito a objetividade para responder a curiosidade dos alunos. A base de orientação entregue aos alunos descrevia ações que privilegiavam as propriedades dos ácidos e das bases. Um dos princípios da Teoria de Galperin é trabalhar com dados da realidade objetiva e as curiosidades dos alunos, revelavam esta característica, uma vez que procuravam saber como as propriedades dos ácidos e das bases podem ser utilizadas na solução de um problema cotidiano como a azia.

Diferentemente das metodologias de base cognitiva, o aluno não tem apenas os conhecimentos teóricos para se guiar e responder as suas questões, os seus problemas ou até mesmo as suas curiosidades. Na metodologia proposta nesta tese, pela perspectiva dialética

que encerra, constata-se a necessidade de o aluno ter uma orientação mais ampla para a compreensão dos conceitos, pois a resposta dada por ele se articula com os objetivos, as operações, as condições de realização da ação, com os conhecimentos que precisa ter para respondê-la e até mesmo com a sua motivação.

Assim, a curiosidade científica cumpre os requisitos de constituir-se numa fonte de saber para o aluno e numa fonte de ensino para o professor de ciências, uma vez que reúne valores epistemológicos que podem ser trabalhados na perspectiva da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin.

8.4 CONCLUSÃO

A metodologia de ensino empregada responde adequadamente a curiosidade dos alunos tendo em vista que o procedimento lógico de inclusão do conceito na ação, orienta a ação dos alunos para o valor epistêmico das suas curiosidades, uma vez que tal valor se relacionava justamente ao conteúdo e aos procedimentos da atividade desenvolvida para a sua resolução.

Outra adequação e validade da metodologia empregada salienta a necessidade de motivação para cumprir as etapas de formação conceitual e portanto a curiosidade preenche este pré-requisito metodológico.

Por outro lado os baixos níveis de consciência e generalização do conceito demonstrado pelos alunos mostram a dificuldade que têm de trabalhar com outras metodologias de ensino. Na verdade, estamos pedindo aos adolescentes para se manterem vigilantes na formulação de um pensamento crítico, ao analisar as propriedades dos ácidos e bases, discursivo ao argumentar o significado do conceito articulando-o com o maior número possível de variáveis que o compõe e nele interferem e dialético ao perceber a dinâmica das relações que se estruturam para o seu entendimento.

Estes resultados mostram que a BOA ajuda os alunos a responder as suas curiosidades e as Etapas de Formação das Ações Mentais procuram promover a internalização dos conceitos contidos nas curiosidades objeto de estudo, com um grau de generalização e consciência significativos.

Os valores de generalização e consciência obtidos neste estudo, apesar de terem sido considerados baixos em si, não são tão baixos quando comparados com outras pesquisas, o

que parece revelar também certa dificuldade destas pesquisas em trabalhar com a Teoria das Ações Mentais de Galperin.

Apesar disso, a pesquisa também expressa as potencialidades da abordagem desenvolvida, cuja base teórica sustenta-se numa ação mental o que indica um rompimento com a tradição de ensinar primeiro o conceito depois a sua aplicação. Nesta tese é defendida a dialética da natureza de não separação sobre o que caracteriza um objeto e a sua função.

ESTUDO III

9.1 Como a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) se relaciona com a Teoria de Galperin

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas constitui uma abordagem de ensino já consagrada nos meios acadêmicos para formação de médicos, engenheiros, administradores, enfermeiros, dentre outros profissionais. Além disso, muitos trabalhos apontam a sua validade para a aprendizagem de conceitos científicos no Ensino Básico em vários países (Gandra, 2001, Duch, 1996, Lambros, 2004, Barrell, 1999, Leite e Palma, 2006) e para a formação de professores (LEITE E ESTEVES, 2005). Tanto a ABRP como a Teoria de Galperin enfatizam a formação de habilidades por meio da resolução de problemas e assim o objetivo deste tópico da tese é comparar o desempenho geral de alunos na aprendizagem de conceitos e formação de habilidades com as duas abordagens.

9.2 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) – Breve Histórico, Conceituação, Teoria e Método

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), do inglês Problem-Based Learning (ABRP), surgiu na década de sessenta do século passado na Escola de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá, como resposta ao processo de formação do médico, enfatizando a necessidade de promover a atualização da aprendizagem, a possibilidade de uma reflexão mais apurada sobre a sua própria prática médica, a partir da busca da informação científica para a resolução de um problema ou caso clínico. Outras propostas de utilização da ABRP no ensino médico foram desenvolvidas nas Universidades de Harvard, Novo México, Sherbrooke, Michigan e se espalharam por muitas faculdades de medicina no mundo todo (ALBANESE E MITCHELL, 1993).

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas é um método instrucional caracterizado pelo uso de problemas como um contexto para a aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências. O esboço básico deste método é identificar o problema, e resolvê-lo no intuito de desenvolver habilidades de raciocínio e ao mesmo tempo identificar as necessidades de aprendizagem para solucioná-lo. Tudo isso num processo interação com os

colegas do grupo e com o professor, aplicando e sistematizando os novos conhecimentos adquiridos. Os estudantes têm ainda a oportunidade de avaliar as informações que foram utilizadas para resolver o problema e dessa forma gerir melhor a situação de aprendizagem (ALBANESE; MITCHELL, 1993).

As inspirações teóricas da ABRP têm como base os princípios da escola ativa, de um ensino integrado e integrador dos conteúdos (dos ciclos de estudo, estudo dirigido) e das diferentes áreas envolvidas, em que os alunos aprendem a aprender por meio de suas capacidades cognitivas e se preparam para resolver problemas relativos aos conteúdos de ensino formal, de modo a desenvolver uma capacidade questionadora frente aos problemas sociais, científicos e tecnológicos.

Centra-se nas capacidades cognitivas dos alunos a serem desenvolvidas por meio de um esforço individual e coletivo de buscar respostas aos seus próprios questionamentos, o que constitui um fator de motivação para o aluno, uma vez que o questionamento não é externo, não vem do professor, constitui a sua vontade de aprender. Além disso, as atividades são focadas no desenvolvimento de habilidades cognitivas como selecionar informações que tenham uma estrutura lógica, consistente e coerente com o problema. No aspecto referente ao desenvolvimento de competências, busca desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, discutir as suas respostas, organizar as tarefas para a pesquisa e resolução de problemas, promover a sua auto-avaliação e a avaliação dos demais componentes do grupo, dentre outras características.

O professor assume um papel de tutor, guiando e avaliando o desempenho dos alunos durante as etapas gerais de formulação das questões, pesquisa de informação, elaboração das possíveis resoluções e apresentação e discussão dos resultados do processo.

A curiosidade científica dos estudantes constitui o problema a ser resolvido. Considerando os domínios que representa como já apresentado nesta tese, parece bastante a bastante pertinente resgatar estes valores que fazem da curiosidade um problema bastante valioso a ser investigado no âmbito da ABRP.

De acordo com Leite e Afonso (2001) a ABRP pode ser organizada em quatro fases distintas:

1. Fase: Seleção do contexto de ensino: cabe ao professor selecionar o contexto através do qual acontecerá o desenvolvimento das demais etapas do ensino. O professor deve

levar em consideração o nível dos alunos, os conceitos a serem abordados e no caso de um currículo organizado por competências, quais as competências a serem adquiridas pelos alunos. O contexto pode retratar uma notícia (real, elaborada ou adaptada), uma situação cotidiana, trechos de filmes e pode ser apresentadas sob os mais diferentes suportes-vídeos, textos, histórias em quadrinhos, tirinhas, fotografias, dentre outros. O principal objetivo é suscitar as questões que os próprios alunos elaborem e respondam.

2. Fase: formulação dos problemas: cabe ao aluno, após a leitura o material produzido pelo professor, formular as questões do seu interesse relativa ao assunto a ser abordado. Nesta fase, o professor assume o papel de orientar a turma na análise das questões, esclarecendo os problemas, ressaltando que não deve haver sobreposições de questões e discutindo com os alunos uma ordem de resolução das questões, de modo que facilite o entendimento do contexto e as relações existentes entre os conceitos envolvidos.
3. Fase - Resolução das questões: esta é considerada a fase mais duradoura, pois implica a busca de informações para a solução dos problemas por meio de diversas fontes, tais como: livros, revistas, sites da internet (indicados pelo professor ou pessoal da biblioteca da escola) ou ainda realizar trabalho de campo. Em ambos os casos pode demandar a realização de vários ciclos de atividades para a resolução dos problemas. Nesta etapa o professor orienta a turma ao mesmo tempo em que avalia o desempenho e engajamento dos alunos nas atividades.
4. Fase: Síntese e avaliação do processo. Esta fase é realizada em conjunto (professor e aluno). Consiste na apresentação e discussão dos resultados e das aprendizagens alcançadas (conceituais, procedimentais e atitudinais).

Avaliação da efetividade da ABRP com respeito à aprendizagem conceitual e desenvolvimento de competências têm sido apontados como positivas dentro da educação básica por diversos trabalhos (DUCH, 1996, CHANG E BARUFALDI, 1999, GANDRA, 2001, TAN, 2009).

No âmbito do ensino médico, as propagadas vantagens da ABRP em relação ao ensino tradicional foram questionadas por Colliver (2000). O objetivo deste estudo foi avaliar, do ponto de vista teórico e metodológico, a aprendizagem de conceitos básicos e aplicados e o desenvolvimento de habilidades clínicas de modo a verificar em que extensão essas características são adquiridas pelos futuros médicos com mais propriedade na ABRP do que em relação ao ensino tradicional. Colliver (2000) analisou os principais periódicos da área de

educação médica e de medicina, verificando os procedimentos adotados sob a égide da ABRP e sua relevância efetiva para a aprendizagem e desenvolvimento de habilidades clínicas, comparando com práticas de ensino centradas num currículo tradicional de medicina.

As análises de Colliver (2000) apontam críticas sobre a dinâmica da ABRP no que concerne o uso de contextos problemáticos para desencadear o pensamento crítico dos alunos. Conclui-se que os contextos de aprendizagem não diferem de forma significativa de um currículo tradicional de medicina. A aparente vantagem da ABRP em permitir a aprendizagem baseada em contextos reais ou simulados não se verifica, pois muitas vezes não permitem a transferência de aprendizagem e formação de competências para atuar num contexto diferente daquele testado em situações tradicionais ou de ABRP. Além disso, não conseguem determinar, do ponto de vista teórico, em que medida o contexto de sala de aula tradicional é diferente do contexto de ABRP ou do contexto real, a ponto de apresentar as diferenças significativas sobre a aprendizagem e dos resultados diferenciados que podem ser obtidos ao utilizar um ou outro modelo de ensino. De acordo com Colliver (2000, p. 7):

“A teoria educacional que embasa a ABRP é muito imprecisa para orientar a prática educacional, pois não pode fazer previsões que podem ser testadas com confiança, com base em pesquisas básicas ou aplicadas. A explicação proporcionada pela teoria constitui muito mais uma analogia e dessa forma não pode ser prevista nem controlada.”

Outra questão central apresentada por Colliver (2000) é que a defesa da utilização da ABRP recai sobre o processo cognitivo de “ativação do conhecimento”. Por meio da discussão em grupo, os alunos recorrem a uma rede de conhecimentos (através de conexões) para apoiar a discussão e resolver os problemas. Considera-se que esse processo de ativação é maior na ABRP. Entretanto, a teoria não esclarece quais são as redes de conhecimento, o que significa tê-las como referência e em que extensão podem ser utilizadas. Se compararmos o tempo para resolver os problemas por meio dessa rede de conhecimentos como o necessário num currículo médico tradicional, constata-se que o tempo gasto pelos estudantes é praticamente o mesmo. Diante deste exposto o autor conclui: “a minha questão é que a teoria educacional que sustenta a ABRP não explicita de forma consistente uma aprendizagem em que fosse possível a previsão e o controle”.p.7. Dessa forma, argumenta que a ABRP tem

pouca efetividade sobre as políticas e práticas educacionais no âmbito das escolas de medicina dos Estados Unidos.

A respeito destes argumentos, Schmidt e Morman (2000) respondem as principais críticas feitas por Colliver (2000) ao currículo baseado na ABRP. Para estes autores dada a complexidade e a multifatorialidade que envolve uma intervenção pedagógica baseada na resolução de problemas é difícil fazer previsões da aprendizagem que pode ser adquirida pelos estudantes quando passam por processos de ensino assim construídos. Entretanto, Schmidt e Morman (2000) e salientam que os resultados da aprendizagem por meio da ABRP, não podem ser considerados irrelevantes, uma vez que o uso do contexto e o processo de discussão em grupo sobre o caso analisado, facilitam a proposição de questões e o entendimento das questões propostas, a partir do conhecimento de cada participante do grupo, sobre as novas informações relativas ao problema.

Outra questão importante referente às críticas a ABRP diz respeito ao raciocínio que os alunos têm de desenvolver a partir de dados clínicos que são fornecidos nos problemas trabalhados. Essa é uma característica de todo especialista pelo que a ênfase da ABRP sobre este aspecto não constitui um demérito, ou uma perda de tempo na formação dos futuros médicos. Os estudos relacionados a importância da avaliação dessa habilidade, foram realizadas com bases empíricas e controladas, as quais podem ser creditadas a um estudo cujos resultados não podem ser considerados inconsistentes ou previsíveis como aponta Colliver (2000) nas suas críticas à ABRP.

Por fim, é importante frisar que dificilmente podemos ter situações absolutamente tão controladas e resultados tão puros como defende Colliver (2000) sobre a metodologia e os resultados da ABRP. No âmbito da pesquisa educacional, mesmo considerando a necessidade de controle de variáveis e o rigor metodológico, estamos tratando de várias situações em que a ABRP responde aos desafios de aprendizagem, seja em sala de aula, em grupos tutoriais, de forma individualizada ou cooperativa, o que pode levar a obter uma profusão de resultados válidos e que podem ser considerados positivos ou negativos do ponto de vista das aprendizagens possibilitadas, como aponta Norman e Schmidt (2000, p. 725) no trecho a seguir:

“É evidente que as intervenções associadas à ABRP são múltiplas e cada uma tem um efeito demonstrável - alguns positivos e outros negativos. Embora possa ser tentador, medir esses efeitos parece ser uma loucura, pois muitos dos efeitos são derivados de populações e conteúdos muito diferentes. Além disso, mesmo se a

população e o conteúdo fossem similares, não poderiam ser assumidos como aditivos ou que possam ser igualmente ponderados. Parece muito mais ponderável assumir que existem interações complexas entre muitos dos componentes envolvidos na ABRP, de modo que qualquer estimativa da sua eficácia enquanto uma abordagem de ensino, a qual deve levar em conta esses interações. A presença desses múltiplos componentes numa intervenção a nível curricular como a ABRP, confundem as tentativas de buscar relações de causa efeito ou estratégias experimentais simples como a randomização que dificilmente irá sanar a situação, a ponto de torná-la tão homogênea.” Norman e Schmidt (2000, p. 725)

Mesmo reconhecendo os limites e as possibilidades da ABRP no que concerne a aprendizagem conceitual e procedimental, consideramos, por outro lado, a sua importância no que tange aos processos de ensino e aprendizagem das ciências médicas, podemos utilizar a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas para outras áreas do conhecimento. Assim, o uso da ABRP em ciências da natureza em nível de ensino básico, tem sido positivamente apontado por pesquisas em Portugal (LEITE; AFONSO, 2001), nos Estados Unidos (LAMBROS, 2004, BARRELL, 2004) e Taiwan (CHANG; BARUFALDI, 1999). Nestes últimos estudos, ressalta-se as suas potencialidades para o desenvolvimento de competências de estudo e pesquisa; já ao nível do ensino secundário, a necessidade de comunicação e interação mais profícua entre os estudantes para a resolução de problemas, a validade dos questionamentos feitos pelos próprios alunos que se verifica na prática das sessões de ABRP e do desenvolvimento da autonomia de avaliação que os alunos chegam a ter quando se auto-avaliam e avaliam os colegas. Por esse conjunto, e não apenas pelas necessidades de mensurar relações de causa e efeito de métodos e teorias apontadas por Colliver (2000), nomeadamente a compreensão de um caso clínico e as possíveis habilidades decorrentes, é que há neste trabalho uma defesa e uma opção pela dinâmica da ABRP para responder a curiosidade científica dos alunos.

Tomando como referência os estudos realizados por Duch (1996), Chang (1999), Gandra (2001) e Oliveira (2008), que trabalharam com a ABRP no ensino das disciplinas de ciências da natureza, a partir da definição de cenários problemáticos no Ensino Básico, o estudo consiste numa análise comparativa entre o desempenho dos alunos distribuídos em duas turmas do nono ano (A e B) do Ensino Básico, usando como orientação para a elaboração das curiosidades um tema (turma A) e um cenário (turma B).

O trabalho em sala de aula com a ABRP pode ter muitos caminhos. Aqui descrevemos os procedimentos metodológicos adaptados para o ensino básico, conforme orientações de Barell (2004) Lambros (2004), Leite e Esteves (2005), Leite e Afonso (2001).

9.3 A ABRP e a sua contribuição para uma aprendizagem significativa

No que se refere à possibilidade de aprender de forma significativa, a ABRP promove a exploração do conhecimento prévio dos estudantes, a formulação de questões definidas em função do que precisam conhecer e a construção ativa do significado através do diálogo e reflexão, promovendo a retenção em longo prazo das novas informações adquiridas, o que podemos ressaltar como uma aprendizagem significativa. Vários estudos (PIZZINI; SHEPARDSON, ABELL, 1989) indicam que os estudantes envolvidos em situações de resolução de problemas normalmente têm que se valer das suas ideias prévias, confrontando-as com o problema para aprendizagem de um conhecimento novo, a partir da discussão em grupo e de outras atividades (estudos empíricos, conversas com especialistas). Estes estudos sugerem a possibilidade efetiva de mudança conceitual, bem como de a aprendizagem realizada atingir os níveis mais elevados, de acordo com a Taxonomia de Bloom (1956), ou seja, aqueles mais relacionados a uma síntese ou avaliação (CHANG; BARUFALDI, 1999). É importante ainda tal consideração, pois os problemas são normalmente formulados pelo entendimento que o estudante tem da situação investigada e é dessa forma que as ideias prévias dos alunos se integram ao processo de resolução, o que pode facilitar uma mudança conceitual (PIZZINI; SHEPARDSON, ABELL, 1989). Estes autores (ibidem) também apóiam a ideia de que os problemas devem ser, de certa forma, sentidos pelos alunos, ou seja, têm que ser identificados e definidos pelo estudante, demonstrado pela sua preocupação e interesse, o que aumenta a sua motivação, persistência e intensidade para aprender. Parece-me que se baseia no papel da aprendizagem na aprendizagem e a curiosidade científica dos estudantes atende a esta recomendação.

No que tange ao conhecimento científico, saber formular perguntas de investigação torna-se uma habilidade importante e bastante valorizada nos tempos atuais uma vez que as questões formuladas depende o novo conhecimento constituindo (ou se tenta construir). As questões constituem o elemento chave da ABRP. Estas questões podem ser exploradas e respondidas através da investigação sistemática e auto-dirigida. De acordo com Pizzini, Shepardson e Abell (1989), todos os problemas têm como uma estrutura geral as informações

dadas, as operações a serem realizadas e o objetivo de conhecimento. Assim, essa estrutura geral fornece os caminhos para a resolução, os quais são: primeiro, reconhecer o problema, em seguida, determinar as informações que precisa para resolver o problema e por fim obter tais informações. Para um problema ser considerado passível de resolução dentro da ABRP deve ter determinadas características, tais como: exigir o estabelecimento de relações causais, induzir processos de avaliação, possibilitar uma síntese sobre o entendimento da situação investigada, levar a uma solução que auxilia a própria síntese, ter certa complexidade, exigindo um domínio conceitual mais abstrato e formal. De acordo com Janssen e Chang (2008), fatores internos e externos contribuem para a dificuldade dos problemas e, conseqüentemente, podem determinar o seu uso ou não na ABRP. Os fatores internos são aqueles relacionados ao aluno como o domínio que tem do conhecimento, relacionando com o problema, a experiência em resolvê-los, habilidades de raciocínio e desenvolvimento epistemológico. Já os fatores externos têm a ver com a estruturação do problema e as suas exigências cognitivas. É essencial ao processo de resolução de problemas, a discussão ativa, a análise dos problemas, das hipóteses, dos mecanismos e dos tópicos de aprendizagem, ou seja, do que é preciso saber para aprender - o que sei? O que preciso saber? O que tenho que fazer pra saber isso?. Tais orientações capacitam os estudantes a adquirir e aplicar conhecimentos e a colocar em prática as habilidades de comunicação individual e em grupo.

Ainda de acordo com Janssen e Chang (2008), os problemas estudados na área de ciências sociais estão envolvidos com a complexidade das questões humanas nas suas dimensões políticas, econômicas, culturais que são tratadas nesta área de conhecimento.

9.4 A ABRP e os processos de ensino

Antes de iniciar a ABRP, propriamente dita com a sua turma, o professor deve trabalhar o ambiente de sala de aula para que possa tirar partido de todas as possíveis potencialidades da ABRP. Dessa forma, é importante chamar a atenção dos alunos para o estabelecimento de relações pessoais que buscam a ajuda mútua e o respeito às idéias um dos outros. No trabalho com a ABRP pode-se redesenhar o ambiente de sala de aula, de modo a promover o uso de situações problemáticas, o questionamento entre alunos e professores, um ambiente de comunicação profícua entre alunos e professores no intuito de responder positivamente o questionamento um do outros. Desenvolver no grupo dos alunos ferramentas de pesquisa e um pensamento crítico sobre as informações coletadas, de maneira que seja possível a

aquisição de habilidades importantes do pensamento científico como a generalização, a previsão de tendências e comportamento de um determinado fenômeno, a capacidade de gerir novos problemas e ter certa disponibilidade para com o processo, ou seja, querer estar participando do processo. A ABRP como proposta aberta de ensino/aprendizagem torna possível também investigar o comportamento dos professores frente ao questionamento dos alunos. De acordo com Barell (2004), o professor em sala de aula pode favorecer, ou não, o estabelecimento de um ambiente questionador a partir das suas expressões corporais, seu tom de voz, a atenção que dar a resposta e ao questionamento do aluno, dentre outras posturas.

Dessa forma, faz sentido para os professores iniciar a ABRP por um caminho que eles acham mais confortável e que se sentem mais seguro, com cenários que desenham conteúdos de ensino, com os quais estão mais familiarizados, o que facilita a sua problematização.

Barell (2004) cita um modelo em que os estudantes podem se apoiar para fazer as suas questões antes de se engajarem efetivamente dentro da ABRP. Tal modelo esclarece as demandas cognitivas que os alunos têm para responder as questões, ou seja, os estudantes precisam **coletar** as informações de diferentes fontes e meios, **processar** essas informações de forma a compreendê-las e **aplicá-las** na situação descrita no problema. Ou seja:

- No processo de coleta de informações pode-se: localizar, descrever, investigar, pesquisar, conversar sobre, identificar, selecionar, recordar;
- Na busca do entendimento da informação, o aluno pode: comparar, distinguir, classificar, explicar, analisar, raciocinar, contrastar, resolver, classificar.
- Na aplicação podem: avaliar, imaginar, julgar, predizer, especular, aplicar um princípio, estimular, prever.

Este modelo de Barell (2004) guia o professor na orientação dos alunos, pois revela a necessidade de informação, o processamento que deve ser feito, o grau de entendimento e finalidade que a atividade proporciona para o aluno, conforme o uso que faz da informação. Assim, ao registrarem os seus passos eles refletem sobre o seu próprio desempenho, atendendo ao pressuposto de que a informação que o aluno aprende pode ter diferentes níveis de qualidade. Na busca por informação é importante o professor ensinar ao aluno a analisar a confiabilidade da informação. Isto é uma habilidade importante que a ABRP pode proporcionar aos alunos, ou seja, saber buscar a informação como também saber se tal informação é confiável do ponto de vista científico, principalmente considerando hoje o fácil

acesso que se tem à internet. Dessa forma é importante o questionamento crítico, que apóia o uso das evidências que embasam a qualidade da informação.

O papel do professor dentro da ABRP consiste em identificar erros no pensamento dos alunos, desafiar os estudantes a considerar outras possibilidades, mostrar aos estudantes que eles têm ou assumem falsas considerações ou podem partir de pressupostos errados, manter os alunos resolvendo o problema e criar contextos de aprendizagem. Isto ajuda os estudantes a ligar as suas idéias e experiências a um significado geral, podendo levá-los a identificar novos problemas. Tal postura permite ao estudante ter uma responsabilidade sobre o desenho e a testagem das suas idéias e soluções e escolher os dados necessários para tal finalidade. O papel do professor se estende ainda através do auxílio aos estudantes nas suas estratégias de resolução de problemas sem influenciar diretamente as suas idéias com explicações ou soluções.

Num modelo de ensino pautando pela resolução de problemas há necessariamente um espaço para a pesquisa que deve ser realizado pelo aluno, o qual pode capacitá-lo para habilidades de leitura de textos científicos ou de divulgação científica. Isto pode ampliar as suas possibilidades de aquisição de informações atualizadas e provocar um interesse maior nos estudantes pela ciência.

Como síntese a todas as características da ABRP apresentadas até aqui, colocamos a seguir as possibilidades pedagógicas e os desafios que podemos enfrentar ao trabalhar com este modelo de ensino. Tanto as possibilidades como os desafios devem ser compreendidos com extensões variadas, conforme a realidade escolar de cada um.

9.5 Possibilidades pedagógicas da ABRP

- O aluno passa a gerir a sua própria aprendizagem o que representa um avanço sobre o ensino tradicional;
- Há uma preocupação em resolver um problema o que pressupõe o estabelecimento de ambiente de ensino organizadas para a finalidade de utilizar conceitos em situações mais próximas dos saberes dos alunos o que pode representar um ganho qualitativo nas em termos de interesse, participação e aprendizagem ;
- No que propõe a construção do problema, o aluno vai se apropriando dos elementos e das variáveis que compõem a realidade de estudo;

- O problema se relaciona a um contexto, que pode ser real, o que facilita o estabelecimento de relações entre os conceitos de várias disciplinas;
- Relaciona-se com a vida, pois lidamos com a resolução de problemas, sem no entanto, a princípio, termos conhecimentos já estruturados para resolvê-los;
- Há uma valorização das idéias prévias dos alunos, que podem, no entanto, ser transformadas;
- Procura dotar os alunos de habilidades importantes sobre como estudar no sentido de ter uma orientação para buscar corretamente as informações em diferentes fontes possíveis e que sejam cientificamente credíveis.
- Na busca de informações, o trabalho de campo é importante, pois na maioria das vezes é necessário consultar especialistas, cuja experiência e conhecimento proporcionam uma aprendizagem que muitas vezes não é encontrada nas fontes bibliográficas disponíveis;
- Incentiva a discussão em grupo, a aprendizagem colaborativa e a argumentação de idéias;
- Parece facilitar a progressão e a mudança conceitual à medida que questiona, através de um problema, idéias que se tem sobre os fenômenos e que durante o processo de resolução (discussão, questionamentos, avaliação de novas informações) pode configurar-se como cientificamente aceita, pois envolvido na resolução de problemas, o aluno pode progredir na compreensão dos conceitos e dessa forma superar idéias prévias;
- Parece bem adequada a proposta desta investigação de modo que, pela sua dinâmica centrada no desenvolvimento autônomo do aluno, sugere que o próprio pesquise, sob a orientação do professor, as respostas à sua curiosidade, o que facilita o trabalho do professor não tendo que responder diretamente a curiosidade de cada, o que seria uma prática quase impossível...
- Procura desenvolver estratégias de aprendizagens a longo-termo, ou seja experiências que ajudam os estudantes a realizar os objetivos de retenção, entendimento e aplicação dos conceitos e habilidades.

9.6 Desafios à implementação da ABRP na sala de aula

- A dificuldade de problematizar acerca da realidade dos fatos, tendo em vista que a formulação de um problema constitui uma das etapas mais difíceis da aquisição do conhecimento pela investigação;
- A disponibilização de meios bibliográficos para a resolução de problemas pode se constituir num entrave para escolas brasileiras, nas quais não esteja acessível boas fontes de informação e o acesso rápido a internet;
- O professor deve ser um profissional disposto a trabalhar com desafios, aceitar um papel diferenciado e bastante avesso às tradições já que o foco é o problema e não a resposta. Tais características ainda são raras nos programas das escolas de formação de professores. Além disso, requer um posicionamento diferenciado frente às concepções de ensino e aprendizagem o que pede um treinamento/formação específica, impondo as instituições novas demandas;
- A necessidade do trabalho em grupo pode, por outro lado, se constituir uma dificuldade para alguns alunos, caso estes não tenham disposição ou vivências com este tipo de trabalho ou não tenham uma abertura para outras posições e ideias, o que leva a um esforço adicional por parte do professor em enfatizar a importância dessa dinâmica em sala de aula.
- O trabalho de campo que pode se constituir numa estratégia de resolução de problemas por parte dos alunos pode ser uma barreira para o alcance dos objetivos e até desmotivá-los, caso o professor não prepare este espaço de pesquisa, consultando pessoas e órgãos públicos que orientem e que podem prestar informações de interesse dos alunos na resolução de problemas;
- Dada a dinâmica escolar e as diversas atividades em que estão inseridos professores e alunos, muitas vezes não é possível a realização de trabalhos de campo, o que ajudaria bastante a coleta de informações, a análise do problema e conseqüente resolução.
- Pressupõe ter o professor uma disponibilidade de carga horária maior para dar o mesmo conteúdo, já que se coloca a disposição dos alunos para orientações e encaminhamentos;
- Parece logisticamente mais indicado, no que diz respeito ao acompanhamento do professor para turmas de poucos alunos (cerca de 20 alunos).

Seja qual for os procedimentos a serem adotados para o trabalho com a ABRP em sala de aula é muito importante ressaltar a necessidade de conjugar intrinsecamente tal modelo aos objetivos e conteúdos do currículo de ciências, seja em atendimento as orientações oficiais adotadas nacionalmente ou para ficar em consonância com questões avaliativas que o professor normalmente se defronta na escola (BARELL 2004; LAMBROS, 2004).

Com base nesses aportes teóricos são apresentados a seguir alguns procedimentos básicos desenvolvidos com duas turmas do nono ano de uma Escola Básica em Braga – Portugal.

9.7 Estudo com a ABRP - vivenciando o processo de ensino e aprendizagem na escola Ribeira de Neiva-Braga-Portugal

O trabalho foi desenvolvido em duas turmas do nono ano (A e B) com 15 e 11 anos respectivamente, de uma escola rural em Braga-Portugal. Participaram desta intervenção 26 alunos. Para esta intervenção para cada uma das turmas foram realizadas sete sessões, que tinham cada uma 90 minutos de duração nos meses de janeiro e fevereiro de 2011. A intervenção foi realizada pela professora da turma e acompanhada pelo autor desta tese. A participação do autor foi autorizada pela direção da escola. As duas turmas até então não tinham passado pela experiência de aprender através da ABRP. Para a turma A foi elaborado e apresentado o tema “Circuitos e choques elétricos” (apêndices). Para a turma B foi elaborado e apresentado o cenário “Circuitos e choques elétricos (apêndices), o qual menciona situações cotidianas que envolvem os conceitos a serem estudados. A ideia era testar a influência do cenário e do tema na proposição e solução das curiosidades dos alunos.

O cenário foi validado, discutindo o seu conteúdo entre os pesquisadores do Grupo de Investigação em Ensino de Ciências, Sociedade e Desenvolvimento da Universidade do Minho envolvidos no estudo: A orientadora Profa. Laurinda Leite e a Profa. Esmeralda Esteves responsável pelas turmas da escola em que foi realizada a intervenção.

No trabalho com a ABRP no Ensino Básico realiza-se o esforço de tornar o conteúdo de ensino significativo para o aluno. Uma das formas de conseguir tal feito é recorrer a cenários (reais ou inventados) para fazer emergir os problemas. De acordo com Leite e Palma (2006) e Oliveira (2008), uma adequada seleção de cenário permite direcionar a aprendizagem dos alunos para os conteúdos previstos programados para a disciplina, e também atender aos objetivos de ensino impostos ao professor. Os cenários descrevem situações reais ou inventadas de modo a remeter o aluno a conhecer o fenômeno a partir da sua experiência de

vida. Quando inventados, apresentam a vantagem de atender os diversos conceitos selecionados pelo professor para um determinado tópico. No caso deste estudo, o conteúdo de ensino foi a eletricidade. Procuramos então comparar os efeitos de cenários e temas na aprendizagem dos alunos por meio da ABRP, usando cenários (mais descritivo) numa turma e tema (menos descritivo) em outra turma. Em todos os casos os alunos formularam várias curiosidades sob de forma de questão. Essas questões deveriam abordar os conceitos associados ao fenômeno.

A resolução destas curiosidades pode proporcionar uma aprendizagem integrada dos assuntos associados ao tema, o que não aconteceria se questões isoladas de cenários ou temas originassem um conjunto de curiosidades que motiva os alunos a respondê-las e cujas resoluções requerem que relacione os conceitos associados à temática eletricidade. Procura-se formular o maior número de questões possíveis que possam abranger o conteúdo de ensino.

Sobre os procedimentos iniciais, a professora solicitou que os alunos individualmente escrevessem as curiosidades que tinham sobre o tema, pedindo-lhes atenção e ressaltando que este momento inicial não constituía uma avaliação de modo a terem uma nota. Para este momento destinou cerca de 5 minutos. Em seguida a professora procedeu à formação dos grupos de trabalho, ressaltando que daí em diante todos seriam avaliados conforme o seu desempenho no grupo. O desempenho do grupo também seria objeto de avaliação por parte da professora.

O passo seguinte foi a discussão das curiosidades que tinham sido formuladas individualmente ou em grupo com o intuito de selecionar aquelas que seriam investigadas. Formaram-se quatro grupos na turma A e três grupos na turma B.

A discussão coletiva tem o objetivo de permitir uma maior elaboração das curiosidades bem como a formulação de novas. Este momento durou cerca de 5 minutos. Selecionou-se as questões relevantes para ABRP. Em seguida, a professora pediu a turma que procurasse agrupar as questões por assunto, o que facilitaria a busca de resposta. Por exemplo, curiosidades relacionadas a circuitos elétricos devem ser agrupadas dentro deste tópico, de modo que ao estudarem, podem encontrar informações para elaborarem a resposta para os seus diversos questionamentos. Esta tarefa, chamada de hierarquização, refere-se a ordenação de conjunto de questões, daquele que vai ser resolvido em 1º lugar até o que será resolvido no final. Como nem todos os grupos cumpriram esta tarefa, a professora em diálogo com as turmas, deu início à hierarquização das questões que tem como objetivo organizar a série de

curiosidades formuladas, definindo aquelas que, dentro do mesmo tópico, englobam conceitos mais amplos que serão indicadas como as primeiras a serem investigadas e que ajudam a compreensão das demais questões relacionadas, que englobam conceitos mais específicos.

Cada grupo de trabalho recebeu da professora uma pasta, para facilitar a organização de fichários de resolução das curiosidades.

Para realização da ABRP, as turmas hierarquizaram as questões por eles formuladas. A turma A hierarquizou 24 curiosidades, já a turma B conseguiu hierarquizar apenas 16 curiosidades. Ambas as turmas apresentaram curiosidades referentes a composição e funcionamento de um circuito elétrico.

A professora procurou avaliar se as curiosidades formuladas contemplavam os conteúdos da disciplina de ciências físico-química e os seus objetivos de ensino, tendo por base as diretrizes estabelecidas para a referida disciplina. Desse modo, tudo o que pretendia tratar na disciplina era exigido pelas questões formuladas.

As características cognitivas dessas curiosidades foram avaliadas conforme o protocolo de análise descrito por Dalghen; Öberg (2001) apud Leite e Palma (2006). Essas características estabelecem uma hierarquia para as questões que varia das mais superficiais às mais complexas e podem ser do tipo: enciclopédico, de compreensão, relacionais, de avaliação e procura de solução (tabela 12).

Tabela 12: Tipos de questões utilizadas na análise das curiosidades

Tipo de questão	Características	Expressões típicas
Enciclopédico	Pedem uma resposta direta e não complexa. Tem a ver com um significado superficial de termos. Podem ser respondidas por “sim” ou “não”	O que...? Quem...? Onde...?
De compreensão	Não tem uma resposta direta. Tem a ver com significado não superficial de conceitos	Porque é que...? Como é que ...?
Relacionais	Resposta envolve relações entre dois ou mais elementos. Tem a ver com compreensão de causas e conseqüências.	Qual o efeito de ...? Qual a conseqüência de ...?
De avaliação	Envolvem comparação e avaliação e juízo de valor. Exigem a utilização de critérios de avaliação	Qual o melhor...?
Procura de solução	Visam à compreensão das partes de um problema complexo. Resposta envolve a resolução de problema.	Como se pode resolver...? Como podemos reduzir?

Fonte: Leite e Palma (2006)

As questões foram organizadas de modo a que representasse uma hierarquia de conhecimentos, ou seja, as questões mais gerais deveriam ser respondidas antes das questões mais específicas. As questões que se repetiam foram descartadas.

A professora em seguida orientou os grupos a procederem a pesquisa bibliográfica das curiosidades de modo a ser realizada por meio das mais variadas fontes tais como livros, internet, enciclopédias. Para isso informou sobre a disponibilidade da biblioteca e forneceu aos alunos os computadores portáteis para que pudessem fazer a pesquisa na internet. A figura 23 mostra um desses momentos.



Figura 23 Etapa da pesquisa para a solução das curiosidades.

A terceira, quarta e quinta sessões foram destinadas a resolução das curiosidades formuladas. Durante estas sessões a professora buscou averiguar o andamento do processo, discutindo com os grupos as fontes bibliográficas que estavam sendo pesquisadas, as respostas às curiosidades, as dificuldades encontradas, entre outras questões importantes sobre o trabalho pedagógico de acompanhamento dos alunos, como mostrado na figura 24.



Figura 24. A professora discutindo com os alunos o andamento das atividades.

Esta ação da professora é importante e acreditamos até indispensável para o alcance dos resultados, já que se constitui numa avaliação dos alunos durante o processo de aprendizagem que serve para se assegurar do bom andamento do trabalho e de eventual falhas ou dificuldades dos alunos.

As curiosidades referentes ao significado e composição de um circuito elétrico foram respondidas por meio da realização de atividades experimentais, realizadas no laboratório de ciências da escola. Dispunham-se de materiais para a construção de um circuito elétrico, em série e em paralelo, que poderia responder algumas curiosidades dos alunos, como por exemplo: *Qual a composição de um circuito elétrico? Por que é que quando uma lâmpada se funde, as outras lâmpadas da casa e os eletrodomésticos continuam a funcionar?* A figura 25 mostra a tentativa dos alunos em construir os dois tipos de circuitos.

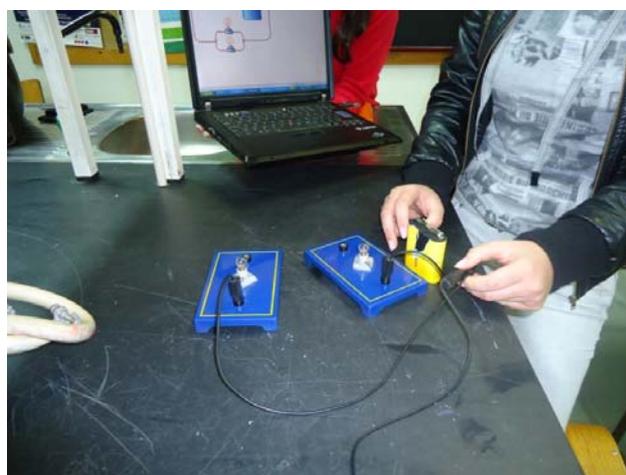


Figura 25. Construção de um circuito elétrico

As duas últimas sessões foram destinadas a apresentação dos resultados. Os grupos das duas turmas optaram por apresentar os resultados em slides do Power Point (Microsoft®), conforme mostra a figura 26.



Figura 26. Apresentação e discussão dos resultados

Foi elaborado um questionário (Apêndice L) para avaliar a percepção dos alunos sobre as etapas desenvolvidas neste estudo. O questionário se estruturou nos três momentos gerais da abordagem: formulação das curiosidades, resolução das curiosidades em grupo, apresentação e avaliação do processo. O questionário era composto de questões de múltipla escolha acompanhada de uma justificativa para as respostas dadas.

A análise das respostas foi organizada conforme os momentos do processo vivenciados pelos alunos (Apêndice M). Cada momento, por sua vez, foi categorizado conforme as respostas dadas pelos alunos e quantificados pelas suas respectivas frequências.

Também foram realizadas observações sobre a intervenção realizada pela professora durante o processo.

9.8 Resultados e Discussão

9.8.1 Reações dos Alunos

É interessante e bastante proeminente perceber a diversidade de opiniões expostas pelos alunos. Se pudéssemos fazer uma escala de qualidade das opiniões sobre o processo de formular as suas curiosidades e a busca de soluções dentro da dinâmica de trabalho proporcionada pela ABRP, teríamos variações de extremos que iriam de uma ampla aceitação com opiniões do tipo “bom”, “útil”, “aprender melhor” “estudei mais” a certa rejeição como “aborrecido”, “difícil”, “estranho”, “não foi a melhor forma de dar a matéria, “o professor explicando é melhor”. Um resumo das respostas dos alunos quanto a avaliação geral do processo da ABRP está exposto no (apêndices).

A reação dos alunos ao trabalho com a teoria de Galperin, revelada a partir das falas dos alunos descritas no estudo piloto ou no modo como os alunos do CAP encararam o trabalho de experimentação, nos mostra uma sensação de total estranhamento provocada pela ausência de qualquer familiaridade, que possa ser comparada com alguma experiência pela qual tenham passado nos últimos anos. De maneira geral, os alunos dos dois colégios não se mostraram muito receptivos ou dispostos a pensarem sobre como trabalhar as diversas variáveis que intervém na realização de uma determinada ação conceitual (embora os alunos do Ageu Magalhães demonstrassem maior motivação).

9.8.2 Aprendizagem, desenvolvimento e competências

A discussão dos resultados procura mostrar os limites e possibilidades da intervenção realizada com as duas turmas do nono ano com a temática eletricidade. Acreditamos que esta é uma postura mais coerente para análise do desempenho dos alunos frente a abordagem de ensino. Neste sentido, a análise consiste na apresentação das possibilidades da abordagem e frente a este quadro, o posicionamento dos alunos conforme as respostas dos questionários, a avaliação da aprendizagem conceitual e o desenvolvimento de habilidades. É dessa forma que acreditamos delinear o alcance da nossa intervenção. Assim, começamos a análise a partir do uso de cenários que desencadeia todo o processo, depois avançamos para a formulação das curiosidades e em seguida das resoluções e do trabalho em grupo.

A turma que trabalhou com cenário formulou 16 curiosidades e a turma que trabalhou com o tema formulou 24 curiosidades (apêndices) após a análise e seleção das questões

relevantes. No que diz respeito às indicações e orientações de Leite e Afonso (2001) sobre a adequação de um contexto para a formulação de perguntas, podemos afirmar que tanto o cenário como o tema foram propositivos para a formulação das curiosidades dos alunos. O cenário atendeu a orientação geral de permitir o entendimento do contexto, trazia aspectos do mundo real, o que aproxima os alunos da sua vivência e facilita a compreensão e a estruturação das suas curiosidades. Com o tema também foi possível a elaboração de um bom quantitativo de curiosidades propícias ao estudo dentro da ABRP, além de atender também aos aspectos qualitativos dos conceitos a serem estudados.

Tal resultado também foi observado com os alunos do CAp. O texto AZIA permitiu a formulação de 25 curiosidades das quais oito se relacionavam ao assunto ácidos e bases. O texto também permitiu a formulação de um bom número de curiosidades tendo em vista a proximidade com a experiência de vida dos alunos. O que é confirmado pelos cenários problemáticos utilizados nas pesquisas com a ABRP.

Avalia-se que as curiosidades estavam adequadas aos objetivos dos conteúdos de ensino planejados pela professora para as duas turmas do nono ano. As questões tratavam de um modo geral do nível de compreensão dos fenômenos da eletricidade com relação a sua produção, armazenamento e distribuição para o uso doméstico. Envolveu o conceito de circuito elétrico, transformador, componentes de um circuito, transformação de energia mecânica em energia elétrica e desta em térmica e luminosa, dentre outros. Neste sentido, o cenário foi mais profícuo do que o tema em suscitar questões que tratam dos conceitos do tópico eletricidade, dado a situação que procurava descrever. Entretanto, conteúdos importantes relacionados com o tópico de ensino como a medida da tensão elétrica, por exemplo, que não foram explicitados tanto no cenário como no tema. Entretanto, para abordar este aspecto, a professora questionou a necessidade de regulação do fluxo de energia elétrica dentro dos circuitos elétricos, de modo a não provocar sobrecargas nem danificar os eletrodomésticos. Dessa forma, a discussão sobre a necessidade de um transformador da tensão elétrica foi introduzida e os alunos puderam entender o que faz este componente nas nossas casas.

Com relação às características cognitivas das curiosidades e os tipos que podem ser enquadradas, as curiosidades formuladas pela turma 9 B buscavam, em sua grande maioria (87,5%), a compreensão dos conceitos presentes na situação descrita. Apenas duas curiosidades, o que representa 12,5%, podem ser classificadas no tipo relacional, o qual envolve uma complexidade maior.

A turma que trabalhou com o tema (9A) também teve como principal tipo de curiosidade a “compreensão” (52%), mas houve uma diversificação maior para outros tipos tais como: enciclopédico (28%) relacional (8%), avaliação (4%), procura de solução (8%). Estes resultados ficaram acima da média dos resultados obtidos por Leite e Palma (2006) quando trabalhavam com estudantes do oitavo ano sobre a avaliação do nível cognitivo das questões, em relação ao tema “mudanças climáticas” e obtiveram uma média de 42.4% para questões do tipo compreensão. Para os demais tipos de classificação os resultados foram 34.2% para o tipo enciclopédico, 16% para o tipo relacionais, 1,0% para o tipo avaliação e 6,4% para questões que demonstram uma procura de solução.

Segundo Leite e Palma (2006) as curiosidades que buscam pelo menos uma compreensão do fenômeno são consideradas de um nível cognitivo maior e “exigem” uma investigação para a sua solução e desta forma podem ser trabalhadas no âmbito da ABRP. Podemos dizer também que o cenário permitiu a formulação de mais questões de compreensão do que o tema, embora este último tenha proporcionado uma diversidade maior de tipos, o que torna as curiosidades mais complexas de serem investigadas.

Também por meio da curiosidade os alunos demonstraram um número maior de questões que exigem uma busca de soluções em comparação com o trabalho de Leite e Palma (2006), embora em ambos os trabalhos foi a tipologia de menor percentual, o que demonstra pouca familiaridade em trabalhar com problemas e indica a necessidade de valorizar este tipo de questionamento no ensino de ciências.

Com o cenário, os alunos formularam menos questões do tipo enciclopédico do que com o tema. Este tipo de curiosidade é menos indicado para o trabalho no âmbito da ABRP, pois não suscita grandes esforços para a sua resolução.

Comparando com as curiosidades formuladas pelos alunos do CAp, também em sua maioria também podem ser classificadas como questões que buscam a compreensão do fenômeno tratado, uma vez que, pela características estruturais, buscam a compreensão e estabelecem relações de causa e efeito. Por exemplo: O que os alimentos gordurosos possuem que podem provocar azia; ou em aparentes contradições como; Por que os medicamentos anti-ácidos utilizam ácidos, se a dor é causado pelo excesso de ácido no estômago. Tanto pela dinâmica da ABRP como na Teoria de Galperin, através da Base de Orientação é possível encontrar soluções para as curiosidades formuladas. Pela BOA é possível ainda articular o conceito as operações necessárias não só para resolução dos problemas, mas a articulação do

conjunto dos itens da BOA permitem a internalização dos conceitos dentro das etapas de formação mental de Galperin.

Neste trabalho, chamamos atenção para os valores epistêmicos da curiosidade. A partir das curiosidades formuladas pelos alunos podemos afirmar que trinta por cento (30%) deles conseguiram apontar na curiosidade, um valor epistêmico para o ato de formulá-las, ou seja, podemos dizer que tal ato, para os alunos, representa uma vontade original de aprender, uma leitura de mundo sobre as situações cotidianas representadas pela temática trabalhada, para a qual demonstram uma atenção para aprender. Isso foi demonstrado por declarações do tipo: *“uma oportunidade de termos as nossas duvidas esclarecidas”* e *“sobre um assunto que sempre queria saber”* *“curiosidades que já tinha”*. Dessa forma percebe-se a atenção e o desejo que segundo Schmitt e Lahroodi (2008), subsidiam uma pergunta, dotando-a de um valor epistêmico, pois não constitui somente um interesse prático ou momentâneo mas sim uma vigilância epistemológica proporcionada pelo ato de formular tais tipos de questões. Este fato é evidenciado também nas curiosidades dos alunos do CAP, ao atentar para os efeitos de ácidos nos medicamentos antiácidos ou investigar a composição das gorduras e seus efeitos na acidez estomacal, ressaltando a dúvida sobre as propriedades específicas dos materiais.

As respostas dos alunos portugueses sobre o processo de formular as suas curiosidades revelam também o caráter dialógico da curiosidade (FREIRE, 1996), pois o fato de terem as suas dúvidas consideradas como importantes para a investigação, mostra uma abertura do professor as suas necessidades de aprender e dentro da ABRP estes espaços acontecem em vários momentos tanto entre professor e aluno, como entre aluno e aluno.

Dentro das Etapas de Formação das Ações Mentais de Galperin, a etapa da linguagem externa é o espaço privilegiado para pensar e discutir as curiosidades e as respostas dos alunos, seja entre aluno-aluno, aluno-professor, ou entre o professor e a turma.

Algumas categorias foram sistematizadas da partir das respostas e justificativas que os alunos deram ao questionário (Tabela 13). Os alunos assinalaram mais de uma alternativa para a mesma questão relativa as etapas da ABRP aqui considerada (formulação de questões, trabalho em grupo, avaliação e apresentação das resoluções). Dessa forma reunimos estas respostas nas categorias abaixo com as suas respectivas frequências. Diferenças de dois nas frequências entre uma turma e outra são consideradas como não significativas.

Tabela13. Opiniões dos alunos sobre a formulação das curiosidades

Item	Categorias/síntese interpretativa das respostas dos alunos	f Turma 9A	f Turma 9B	f Total
1	Oportunidade de aprender mais	6	5	11
2	Pouca familiaridade em formular curiosidades	12	2	14

Estas respostas a princípio podem parecer ambivalentes, mas revelam o modo muito particular que os alunos demonstram ao avaliar os diversos momentos que vivenciaram. Por exemplo, formular curiosidades para alguns alunos pode parecer ao mesmo tempo aborrecido, mas também ter as suas dúvidas esclarecidas; pode parecer fácil por conhecer parte do assunto ou difícil por desconhecer outros aspectos. Isto pode ser atribuído a maneira como os alunos perceberam a dinâmica da ABRP no contexto de sala de aula, dinâmica essa com a qual estão muito pouco familiarizados.

Podemos inferir também que a pouca familiaridade com abordagens de ensino que privilegiam a resolução de problemas parece também ser a causa da não articulação entre teoria e prática, operações e conceitos, ação e objetivo entre a maioria dos alunos do CAp.

Ampliando um pouco esta constatação, podemos dizer também que os professores tiveram uma formação inicial que privilegia a repetição de respostas e não a problematização da realidade.

Se tivermos como referência o ensino tradicional de transmissão de conteúdos, o ato de formular perguntas não cabe a este modelo. Diante de outro modelo que privilegia o questionamento e a sua resolução pelos próprios alunos, estes adquirem uma postura que denota certo estranhamento com respeito a necessidade de assumir esta etapa das suas aprendizagens. Daí termos uma variedade de categorias que explicitam a profusão de pensamentos dos alunos sobre a formulação das suas curiosidades como: *boa receptividade à ABRP (f=15)*, *facilidade em responder as curiosidades(f=8)* e *dificuldades em responder as curiosidades(f=8)*. Entretanto, as categorias que se relacionam com os aspectos positivos como mostrar-se receptivos e aprender mais teve uma frequência maior do que a frequência de categorias que mostram os aspectos negativos e revelam uma perspectiva já confirmada em outros trabalhos que utilizam a ABRP no ensino básico de ciências. De acordo com os trabalhos de Chang e Barufaldi (1999), Gandra (2001), Leite e Esteves (2005) a continuidade da ABRP proporciona a familiarização com o ato de formular e pensar sobre as suas próprias

curiosidades, uma vez que a capacidade de elaborar questões promove um espírito investigativo e deve fazer parte da prática dos professores, de modo a permitir aos alunos o desenvolvimento de competências que consideramos importantes, como refletir sobre a realidade dos fenômenos da natureza e relacioná-los aos condicionantes que determinam a sua ocorrência. Este aspecto também é favorecido pela eleição de cenários problemáticos que aproximam o aluno do conhecimento que deve adquirir, tendo em vista que tais cenários procuram refletir uma realidade/fenômeno que os alunos conhecem ao nível das suas vivências e curiosidades, proporcionando-lhes, sentido, significado e interesse (LOUREIRO, 2008).

Ainda sobre o processo de formulação das curiosidades é interessante notar que na turma do 9B apenas duas opiniões ressaltaram a pouca familiaridade em formular as suas curiosidades, enquanto que na turma do 9A doze opiniões enfatizaram este mesmo aspecto. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que na turma do 9B os alunos trabalharam com um cenário intitulado “Circuitos e Choques elétricos” que descrevia, por meio de um texto, os conceitos enquanto que na turma do 9A houve apenas a descrição da temática com o pedido de formulação da curiosidade por parte dos alunos. Este resultado aponta para validade do uso de cenários problemáticos para a formulação das curiosidades dos alunos e também para o trabalho didático que o professor pode realizar, ou seja, é uma forma bastante adequada para iniciar o processo de formulação de perguntas dentro do contexto da ABRP. Loureiro (2008) ressalta justamente a necessidade de trabalhar com cenários problemáticos como forma de suscitar questões de relevância sócio-cognitiva no trabalho com os alunos do Ensino Básico.

Para as demais categorias houve pouca variação, indicando que o uso de cenários ou de temas não produziu grandes interferências.

Sobre a última etapa da ABRP, a tabela14, mostra as categorias de respostas mais frequentes dadas pelos alunos.

Tabela 14. Apresentação das soluções e avaliação geral da ABRP (competências transversais)

Item	Categorias	f (frequência 9 ^a)	f (frequência 9B)	f (frequência Total)
1	Aprofunda conteúdos estudados	9	5	14
2	Momento para realizar uma boa apresentação	3	1	4
3	Esclarecimento de dúvidas	2	6	8
4	Discute a resolução com os colegas	2	1	3

As diferenças mais significativas foram notadas para o aprofundamento dos conteúdos e para o esclarecimento de dúvidas. O aprofundamento dos conteúdos pode ser explicado em função do tipo de curiosidade formulada na turma 9 A. As curiosidades desta turma tinha uma diversidade cognitiva maior. Esta turma apresentou um numero maior de curiosidades com características cognitivas relacionais, de procura de solução e de avaliação. Daí ter como categoria emergente e constitutiva da opinião dos estudantes um aprofundamento dos conteúdos que segundo a opinião dos alunos permitiu-lhes estudar mais o assunto.

Para a turma 9B, que trabalhou com o cenário, a diferença mais significativa foi apontada como o esclarecimento de dúvidas relacionadas aos acontecimentos relatados no cenário que também se relaciona com os conteúdos de ensino da disciplina, cujas curiosidades tiveram, na maior parte uma característica de compreensão.

Sobre a ABRP como um todo, podemos dizer que as duas turmas a avaliaram de forma bastante positiva, apontando que serviu para “responder as suas dúvidas”, “pensar mais sobre o assunto”, “estudar as respostas dos colegas de outros grupos”, dentre outras opiniões. Isto foi verificado durante a apresentação dos resultados. Neste momento, numa perspectiva assumidamente construtivista, a professora questionava os alunos sobre as respostas atribuídas as questões formuladas, no intuito de permitir que o aluno alcance a aprendizagem conceitual. Este momento também serviu para a professora como um momento de avaliação da aprendizagem dos alunos. Assim, foi possível perceber, da parte de alguns alunos uma consistência conceitual maior, uma assimilação adequada do conceito e uma clareza na informação adquirida durante a pesquisa. Outros, entretanto, não conseguiram explicar o conteúdo da resposta dada as questões, o que parece ter representado apenas uma transcrição do que foi encontrado durante a pesquisa e que se mostra na incompreensão do seu conteúdo. Isto parece reforçar algumas observações apontadas pelos alunos quanto a limitação da

abordagem, no que concerne a proposição de resoluções sem um apoio explicativo do professor. Neste sentido, pareciam solicitar uma intervenção mais diretiva do professor no que concerne a explicação do fenômeno e não apenas tutorial, por meio de declarações do tipo *“Porque havia coisas na internet relacionado com a eletricidade que acho que um professor podia explicar melhor”, “prefiro a professora explicando”, “deveria ser realizada depois de abordada a matéria”*. Dada a dinâmica do método esta postura não poderia ser, a princípio, assumida pelo professor. Entretanto afirmamos que o momento da discussão em grupo é bastante promissor para diminuir essa lacuna e permitir que os alunos coloquem mais questões, exponham novas dúvidas que possam ser refletidas por meio da relação professor-aluno que neste momento é bastante propícia ao diálogo e a aprendizagem. Este momento de discussão entre alunos e professores ao apresentar os resultados é extremamente esclarecedor pois tira possíveis dúvidas que ainda se faça presente, avalia-se o conteúdo das respostas dos alunos, o domínio conceitual e permite uma avaliação do desempenho dos grupos como um todo.

9.9 Conclusões do estudo III

As potencialidades da ABRP no que se refere à proposição problemas com um nível de resolução relativamente elevado, o tratamento do conteúdo de forma integrada e relacional, o trabalho em grupo como oportunidade de discussão das curiosidades e das suas resoluções e o momento de apresentação e avaliação das respostas é bastante indicado para tratar a curiosidade dos alunos no seu valor epistêmico.

Quando confrontados com as abordagens de ensino que fogem ao padrão tradicional e solicita dos alunos atitudes de perguntar mais que responder, discutir mais que proferir, investigar e avaliar mais que copiar, os alunos demonstram tanto receptividade quanto afastamento, o qual é justificado com argumentos que muitas vezes não podem ser contemplados pela ABRP, já que os alunos justificam a opção pelo ensino tradicional, pois este representa a sua referência maior de ensino e aprendizagem. Podemos inferir que muitas das queixas dos alunos poderiam ser sanadas em longo prazo com a familiarização do ensino de ciências baseado na ABRP.

Este estudo reafirma resultados anteriores ao comprovar o valor de cenários problemáticos para suscitar as curiosidades dos alunos que buscavam em sua maioria a compreensão do fenômeno da eletricidade. Tal fato ressalta ao mesmo tempo que, sendo estes cenários retratos da realidade de fatos vivenciados pelos alunos, fica claro que a componente

social é o principal elemento formador das suas curiosidades. Desta forma, a curiosidade científica como um valor epistemológico retrata um objeto de interesse para o ensino de ciências e mostra a importância das relações sociais no processo de elaboração de questionamentos de grande valor para a aprendizagem e desenvolvimento intelectual dos estudantes e não apenas ressaltando o seu aspecto cognitivo.

Apesar de o tema ter levado a elaboração de menos curiosidades, estas apresentavam uma diversidade maior em níveis de entendimento, o que reforça o valor epistêmico da curiosidade.

Tanto a ABRP como a Teoria de Galperin indicam caminhos promissores para a aprendizagem conceitual e o desenvolvimento de habilidades. Neste sentido apresentamos uma conclusão geral do trabalho com as duas abordagens de ensino, ressaltando as especificidades e o alcance pedagógico na sala de aula.

CONCLUSÃO GERAL

Fazemos uma avaliação dos limites e das possibilidades que podem ser alcançados pelas duas abordagens tratadas nesta tese. Como os seus pressupostos teóricos e metodológicos são diferentes, certamente a ABRP e a abordagem de ensino elaborada com base na Teoria de Galperin, proporcionam um alcance diferenciado sobre as aprendizagens dos estudantes e sobre as possibilidades de colocá-las em prática na escola. Neste sentido, considerando os objetivos desta investigação, focalizamos nesta conclusão as possibilidades de resolução da curiosidade científica dos alunos pelo uso da BOA, a capacidade de generalizar e ter consciência dos conceitos trabalhados na tese e os aspectos de compreensão e formação de habilidades que podem ser alcançados pelas duas abordagens.

Neste sentido, podemos afirmar que a Base Orientadora da Ação constitui um instrumento válido para a resolução da curiosidade dos alunos. Além disso, demonstra a importância da articulação entre os conceitos e as operações para a consecução de resultados positivos para a aprendizagem.

Os parâmetros - generalização e consciência - que embasaram a avaliação do desempenho dos alunos que trabalharam as suas curiosidades por meio da Teoria de Galperin, desenham um cenário de possibilidades de pensar uma educação científica em que é possível avaliar os alunos pela sua capacidade de identificar e definir os conceitos nos limites de sua ocorrência. A curiosidade científica ao desenhar esse limite, conforme as situações que expressa, traz os elementos dessa realidade que, articulados pela BOA, permite pensar melhor a sua resolução. Assim é possível que o professor valorize nos alunos estas habilidades e não apenas o domínio isolado do conceito, sem a ação que o expressa.

Sobre as possibilidades de ensino e aprendizagem das duas abordagens estudadas, é importante então enfatizarmos os alcances e implicações destes dois caminhos para termos a consciência do perfil que foi adquirido pelos estudantes. As aprendizagens resultantes permitem aos sujeitos a construção de valores e atitudes, as quais embasarão as suas ações.

Não pretendemos apontar vantagens absolutas de uma abordagem em relação à outra. Ambas atendem as diretrizes curriculares do Ensino Básico vigentes no mundo contemporâneo no que diz respeito a proporcionar uma aprendizagem conceitual que leve o sujeito a estabelecer relações significativas entre os elementos constituintes da

realidade/fenômeno estudado com sentido e coerência. Ressaltamos aqui os caminhos que são diferentes e dessa forma procuramos responder as seguintes questões:

- Quais os aspectos da curiosidade científica que a ABRP respondeu?
- Quais os aspectos da curiosidade científica que a Teoria de Galperin respondeu?
- Que sujeitos podemos formar por meio da ABRP e da Teoria de Galperin?

Passamos então a responder a primeira questão: Quais os aspectos da curiosidade científica que a ABRP respondeu?

Podemos afirmar então, dado os pressupostos teóricos e metodológicos da ABRP, que há um esforço em atender aos aspectos cognitivos da curiosidade dos alunos. Ressalta-se o seu valor epistêmico e os processos de ensino que estão centrados na capacidade do indivíduo de raciocinar a melhor solução para a curiosidade. O sujeito torna-se consciente pela assimilação dos conceitos no âmbito das suas aplicações. Entretanto, como se dirige ao conceito, elaborado como uma propriedade da mente tem-se a assimilação do conceito em si. Pela sua epistemologia, há um conhecimento elaborado pela ciência que deve ser objeto de um esforço mental/intelectual que, orientado por um problema e embasado em discussões e pesquisas bibliográficas, de campo ou experimental, será assimilado. A aplicação do conceito toma lugar na identificação e caracterização das situações em que aparece de acordo com o significado que expressa. Embora o conceito seja aprendido dentro dos problemas em que ocorre, nem sempre esta aproximação é garantia de generalização, pois temos o objeto de conhecimento tratado em separado do objeto da ação. Contudo, a vivência continuada de situações problemáticas, como indica esta abordagem, permite o estabelecimento de relações generalizáveis.

Ao responder aos aspectos cognitivos da curiosidade científica dos alunos, este domínio conceitual deve ser objetivamente empregado na resolução de problemas e conseqüente para a aquisição das habilidades subjacentes. Além disso, como focaliza o conceito expresso na curiosidade, a ABRP oferece um caminho em que o estudo da curiosidade encaminha o sujeito para a construção da sua autonomia.

Quais os aspectos da curiosidade científica que a Teoria de Galperin respondeu?

Uma das questões mais proeminentes da Teoria de Galperin é a integralidade dos processos de apropriação do conhecimento ao idealizar a atividade de estudo como etapas que se desenvolvem a partir da materialização do objeto.

A ação é a princípio externa, mas o movimento, as transformações pelas quais passa o objeto de estudo (materialização, linguagem externa e linguagem interna) permitem compreender as suas dimensões em cada um desses níveis objetivando a internalização dos conceitos. Sendo de natureza dialética, o objeto não é representado em outro plano. Dessa forma não há separações entre o conceito e a sua aplicação.

Desta forma respondendo a curiosidade científica dos alunos por meio da Teoria de Galperin, temos a possibilidade de uma aprendizagem que se volta às características essenciais da curiosidade, ou seja, ao seu valor epistêmico. Podemos ressaltar os conceitos expressos na curiosidade, os quais também se integram a ação, criam uma possibilidade concreta de generalização e consciência dos fenômenos. Isto tem implicações na formação de habilidades de resolução de problemas e de análise dos fenômenos numa dimensão mais ampliada, tendo em vista o foco nos elementos da realidade objetiva que determinam a ação conceitual. Como síntese das duas abordagens, apresenta-se a tabela 15 que retrata a correspondências entre a ABRP e a Teoria de Galperin.

Tabela 15. Relações entre a ABRP e a Teoria de Galperin

ABRP	Teoria de Galperin
Foco no conceito	Foco no objeto da ação
Ênfase na cognição	Ênfase na ação
Trabalho em grupo	Trabalho grupo/individual
Pensamento crítico-analítico	Pensamento crítico-dialético
Elaboração da curiosidade (Problema)- Discussão/Raciocínio-Resolução	Curiosidade, materialização do fenômeno, discussão orientada ao objeto, internalização da atividade/conceito
Assimilação de conceitos	Apropriação de conceitos
Uso de contextos problemáticos	Uso de contextos problemáticos
Processamento de informações	Procedimento lógico de inclusão do conceito na ação
Mudança conceitual Avaliação processual	Formação de ações mentais Avaliação processual
Qualidade da aprendizagem –habilidades de resolução de problemas. Novas habilidades	Qualidade da ação: grau de generalização, grau de consciência, grau de solidez, grau de detalhamento. Novas habilidades

A tabela 15 sumariza as principais características presentes nas duas abordagens. Percebem-se os diferentes caminhos que cada abordagem percorreu ao tratar a curiosidade dos alunos e salienta-se, como mostrado na tabela, as opções e avaliações que o professor pode fazer a partir de cada uma das abordagens. Como bem destacado, as duas abordagens, ao diferenciarem o foco dos processos da aprendizagem, percorrem caminhos formativos diferentes, mas que se volta para a constituição de um sujeito autônomo. Entretanto, essa autonomia é exercida de modo diferenciado. Na ABRP vale uma autonomia para uma competência do “saber fazer”, um domínio teórico-instrumental do processo de resolução de problemas que se consegue pela elevação das capacidades cognitivas do sujeito. O sujeito é transformado pelo seu modo de pensar. Temos dessa forma na ABRP a perspectiva formativa de um sujeito competente que sabe resolver a sua curiosidade.

Pela Teoria de Galperin, dada a sua natureza materialista e dialética, a ação transforma tanto o sujeito como o objeto à medida que essa ação material se faz necessária para a compreensão da função social do objeto. Como o foco dos processos de ensino e aprendizagem se volta para a ação, esta é a única capaz de transformar a compreensão do sujeito sobre o objeto de estudo. Assim a curiosidade, que já move o sujeito pelo interesse que expressa, contribui para o desenvolvimento da ação. Dessa forma, temos um sujeito autônomo que necessita atuar sobre a realidade, materialidade ou materialização da curiosidade/fenômeno para se apropriar dos instrumentos reais e simbólicos da cultura científica, criando novas expressões simbólicas que garantam a consciência e a generalização dos fatos.

Apesar de termos possibilidades formativas dos sujeitos diferenciados, a curiosidade como uma característica humana foi neste trabalho considerada como mobilizadora de ações, tanto no âmbito da ABRP como no âmbito da Teoria de Galperin, uma vez que constitui uma atividade ao integrar motivação e objetivo, que movem o sujeito para “saciar” a sua necessidade de aprender. É por meio da ação desencadeada pela curiosidade que o estudante encontra o sentido da sua aprendizagem, pois consegue relacioná-la as condições reais e objetivas que a própria curiosidade expressa. Dessa forma esta tese cumpre os seus objetivos de desenvolver uma abordagem de ensino que trata a curiosidade como um construto social válido e adequado para um tratamento didático e pedagógico por meio da Teoria de Galperin, tendo esta validade sido confirmada com a ABRP. Esta por sua vez está amplamente consolidada no meio científico tendo em vista a sua vastíssima produção.

Assim explicitamos as possibilidades formativas que podem ser alcançadas pelo professor ao adotar tanto a ABRP como a Teoria de Galperin na sua sala de aula.

PROPOSTA DE NOVOS ESTUDOS

A partir da tese emergiram temas relacionados para aprofundar os estudos sobre a relação entre a curiosidade científica dos alunos e as possibilidades metodológicas de trabalhar a temática em sala de aula no Ensino Básico, por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin e ABRP. Dessa forma é possível sugerir novos estudos sobre:

- Avaliação dos erros cometidos pelos alunos do Ensino Médio no processo de inclusão do conceito na ação;
- Estudo do grau de generalização e do grau de consciência de crianças que aprendem através das suas curiosidades;
- As contribuições da Teoria das Ações Mentais de Galperin ao desenvolvimento dos Eixos Estruturantes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- Resolução dos problemas de ciências da natureza contidos no ENEM usando a análise sistêmica.
- Trabalhando a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas por meio da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin.
- Obstáculos epistemológicos à aprendizagem científica: as contribuições da Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin para a superação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JUNIOR, O.G.; MORTIMER, E. F; SCOTT, P.; As perguntas dos estudantes e seus desdobramentos no discurso das salas de aula de ciências. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina. Anais do X EPEF. v. 1. p. 1-13.

ALBANESE, M. A.; MITCHELL, M. A. Problem-based Learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v. 68, n. 1, p. 52-81, 1993.

ALONSO, V. A.; MANASSERO, M. M. A. Actitudes Relacionadas com La Ciencia: Uma revisión Conceptual. **Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 13, n. 3, p. 337-346, 1995.

ALSOP, S.; WATTS, M.; Facts and feelings: exploring the affective domain in the learning of physics. *Physics Education*, v.35, n.2, 132-138, 2000.

ALVES, R. Filosofia da Ciência: Introdução ao Jogo e as suas Regras. 2ª Edição. São Paulo, Loyola, 2009.

ASSMANN, H. **Curiosidade e prazer de aprender**. Petrópolis, RJ: EDITORA UNIMEP. 2004. 237 p.

ARELLANO, M.; MERINO, C. Uso de La base de orientacion para trabajo em El laboratório. **Enseñanza de lãs ciencias**, p. 1-4. 2003. Numero Extra.

ARIEVITCH, I. M., HAENEN, J. P. P. Connecting Sociocultural Theory and Educational Practice: Galperin's Approach. **Educational Psychologist**, v. 40, n. 3, p. 155-165, 2005.

BAARS B.J.; MCGOVERN K. Cognitive views of consciousness. What is the facts? How can we explain them? In **The Science of Consciousness: Psychological, Neuropsychological and Clinical** In.:Max Velmans (Ed.). Londres, 1996.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARELL, J.; **Problem-Based Learning: An Inquiry Approach**. 2. Ed. Thousand Oaks. Corwin Press, 2007.

BISBAL, J. J.; SANMARTÍ, N. **Enseñar, aprender e evaluar um proceso de regulación continua**: propuestas didacticas para lãs áreas de ciências de la naturaleza y matemáticas. España: Ministerio de Educación, 1996.

BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2007.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of Educational Objectives: the classification of educational goals, handbook I: cognitive domain.** New York: David Mckay, 1956.

BRICHICÍN, M. Intentional Guidance of human Actions. **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 31, n. 5, p. 79-97. 1993.

CARDOSO, S.P.; COLINVAUX, D.; Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v.23, n.2, p. 401-404.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações.** 6. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes Para o Ensino de Ciências. In: _____. **Ensino se Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

CHALUFOUR, I.; WORTH, K. *Discovering nature with young children* St, Paul, MN: Redleaf Press, 2003.

CHANG, C-Y.; BARUFALDI, J. P. The use of a problem solving: based instructional model in initiating change in students achievement and alternative frameworks. **International Journal Science Education**, v. 21, n. 4, p. 373-388. 1999.

CONEZIO, K.; FRENCH, L. Science in the preschool classroom: capitalizing on children's fascination with the everyday world to foster language and literacy development. *young children* [S.I.], v. 57, n. 5, p. 12-18, 2002.

COLLIVER, J. A. Effectiveness of Problem-based Learning Curricula: research and theory. **Academic Medicine**, v. 75, n. 3, p. 259-266, 2000.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M.; CRUZ, F. F. S. Conflitos, curiosidades de exploração: padrões no Processo de mudança conceitual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. **anais xvi Simpósio nacional de ensino de física** Rio de Janeiro: SNEF, 2005.

DANCEY, C. P.; REIDY, J.; **Estatística sem Matemática para Psicologia usando SPSS para Windows.** 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. Tradução de Lorí Viali.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Autores Associados, 2002.

DEUS, Jorge. **Ciência, curiosidade e maldição**. 2ª. ed. Lisboa: Gradativa, 1990.

DEWEY, J. **Coleção “Os Pensadores”**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1985.

DUARTE, N. . Formação do Indivíduo, Consciência e Alienação: O Ser Humano na Psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos Cedes** - Campinas - SP, v. 24, n. 62, p. 44-63, 2004.

DUCH, B. Problem-based learning in physics: the power of students teaching students . **Journal of College Science Teaching**, p. 326-329, 1996.

EDMUND, N. W.; The General Pattern of the Scientific Method. Second Student Edition. Edmund Scientific Co., 1994. D. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini>>. Acesso em: 17 mar. 2007.

ELKONIN, B. D. The nature of human action. **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 31, n. 3, p. 22-46, maio/jun. 1993.

FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigotski. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, p. 64-81, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FIELD, A. P.; **Discovering statistics using SPSS**. 2. Ed. London: Sage, 2005.

GALPERIN, P. I. A. Changing teaching methods is one prerequisite for increasing the effectiveness of the schooling process. **Soviet Education**, v. 17, n. 3, p. 87-92, jan. 1975.

GALPERIN, P. I. A. Towards research of the intellectual development of the chil. **International Journal of Psychology**, v. 3, n. 4, p. 257-271, 1968.

GALPERIN, P. I. A. Study of the intellectual development of the child. **Soviet Psychology**, Moscou, v. 27, n 3, p. 26-44, maio/jun. 1989a.

GALPERIN, P. I. A. Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images. **Soviet Psychology**, Moscou, v. 27, n. 3, p. 45-64, maio/jun. 1989b.

GALPERIN, P. I. A. Organization of mental activity and effectiveness of learning. **Soviet Psychology**, v. 27, n. 3, p. 65-82, maio/jun. 1989c.

GALPERIN, P. I. A. The problem of attention. **Soviet Psychology**, v. 27, n. 3, maio/jun., p. 83-92, 1989d.

GALPERIN, P. I. A. Stage by stage formation as a method of psychological investigation. *Journal of Russian and East European Psychology*, v.30, n.4, 60-80, 1992 b.

GALPERIN, P. I. A., LEONTIEV, A. N. Learning theory and programmed instruction. **Soviet Education**, v. 7, n. 10, p. 7-15, 1965.

GALPERIN, P. I. A. Towards research on the intellectual development of the child. **International Journal of Psychology**, v. 3, n. 4, p. 257-271, 1968.

GANDRA, P.M.; **O efeito da aprendizagem da física baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos do 9º Ano de escolaridade na área temática: “Transporte e Segurança”**. 2001. 251 f. Dissertação de Mestrado (Área de Especialização em Ensino de Física) – Universidade do Minho, Braga, Portugal.

GARDNER, P.L.; Attitudes to Science: a review. **Studies in Science Education**, v. 7, 129-161, 1980.

GEHLEN, S. T. et al. Freire e Vigotski no contexto da Educação em Ciências: aproximações e distanciamentos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**: Revista da Faculdade de Educação/CECIMIG/UFMG, Belo Horizonte, v.10, n. 2, p.267-282, 2008.

GIL-PEREZ, D. Contribución de La historia y de La filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigation. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GULMANS, J., VAN DEN VEER, R., VOS, H. Concept formation: the view of a Podolsky. *Journal of Russian and East European Psychology*, v. 33, n. 2, p. 81-103, 1995.

HAENEN, J. Galperin instruction in the ZPD. *Human Development*, v. 43, n.2, mar-apr, 93-98, 2000.

HAENEN, J. Outlining the teaching: learning process: Piotr Galperin's Contribution. ***Learning and Instruction***, n. 11, p. 157-170, 2001.

HANDBOOK OF CHEMISTRY AND PHYSICS weast 68th edition, 1987-1988 p. B-22.

HEUSER, D. Inquiry, Science workshop style. ***Science Scope***, v. 42, n. 2, p. 32-36, 2005.

HOFSTEIN, A.; BEN-ZVI, R.; WELCH, W. W. Some Aspects of Curiosity in secondary school students. ***Science Education***, v. 65, n. 2, p. 229-235, 1981.

ILLINOIS EARLY LEARNING PROJECT TIP-SHEET: Math and Science, 2002-2003. Disponível na base de dados ERIC. Disponível: <www.capes.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2007.

ILYENKOV, E.V. Activity and Knowledge. (1974), in: *Filosofiya*, E. V. I., Kul'tura, Disponível em www.marxists.org. Acesso em: 27 mar. 2008.

IVANISSEVICH, A.; Saber Fragmentado: Um retrato do Conhecimento Científico dos Nossos Jovens. Rio de Janeiro, *Revista Ciência Hoje*.: n.200, V.34, p. 26-33, Dez.2003.

LAMBROS, A.; **Problem-based learning in middle and high school classrooms : a teacher's guide to implementation**. 1. Ed. Thousand Oaks. Corwin Press, 2004.

LEITE, L; AFONSO, A. S. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. ***Boletín das Ciências***, v. 14, n. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. In: CONGRESSO GALAICO PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 3., 2005. **Anais...** Braga : Centro de Investigação em Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2005. p. 1751-1768.

LEITE, L., PALMA, C. Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In: CONGRESO INTERNACIONAL PBL, 2006. **Anais...** Peru: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2006.

LÉON, G. F. Retos de la investigación educativa: um enfoque histórico culturalista. **Revista Cubana de Psicología**, v. 20, n.2, p.145-152, 2003.

LÉON, G. F. A formação docente na perspectiva dialógica e histórico-cultural. Disponível em: <<http://www.paulofreire.ufpb.br/paulofreire/Files/seminarios/oral15.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2010.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004. 356 p.

LOEWENSTEIN, G. The Psychology of Curiosity: A Review and Reinterpretation. **Psychology Bulletin**, v. 29, n. 1, p. 75-98, 1994.

LOUREIRO, I.M.G.; **A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos : um estudo com professores e alunos de física e química**. 2008. 166 p. Dissertação de Mestrado (Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino de Ciências) – Universidade do Minho, Braga, Portugal.

LUCAS, D.; BRODERICK, N.; LEHRER, R.; BOHANAN, R.; . Making the groups of scientific inquiry visible in the classroom, **Science Scope**, v. 29, n. 3 p.39-42, nov./dez. 2005.

LYNCH, M. J.; ZENCHAK, J. Use of science inquiry to explain counterintuitive observations, 2002. Base de dados ERIC. Disponível em:<[HTTP://aets.chem.pitt.edu](http://aets.chem.pitt.edu)>. Acesso em: 17 mar. 2007.

MACHADO, F. B. et al. **Atlas de Rochas**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

MARTINEZ, O. J. M. Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 87-92, 1996.

MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J.; STANITSKI, C. L. **Princípios de Química**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1^o edição. 1990.

MAW, W. H.; MAW, E. W. Nonhomeostatic experiences as stimuli of children with high curiosity. **California Journal of Educational Research**, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1961.

McWILLIAMS, M. Fostering Wonder in Young Children: Baseline Study of Two First Grade Classrooms. National Association for Research in Science Teaching. Boston, MA. 28-31. 1999.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T. Formação por etapas das ações mentais na atividade de situações problema em matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2010. **Anais...** Salvador: ENEM, 2010. p. 1-11.

MESHCHERYAKOV, B.G.; Ciências na encruzilhada: entre a cultura e a Psicologia. Tradução: Flávia da Silva Ferreira Asbahr. Anais I Conferência Internacional - O Enfoque Histórico Cultural em Questão. Santo André, 2006.

MORIN, Edgar. A escola mata a curiosidade. São Paulo, Revista Nova Escola.: nº 168, p. 20-22, Dez. 2003. Entrevista concedida a Paola Gentile.

NERI DE SOUZA, F. **Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior**. 2006. 531 p. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2006.

NISHIMOTO, M. T. et al. Análise da curiosidade Científica em alunos de Ciências do Ensino Fundamental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. **Anais...** São Luis: SNEF, 2007. p.1-5.

NORMAN, G.; SCHIMIDT, H. Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts. **Medical Education**, v. 34, p. 721-728, 2000.

NUÑEZ, I. B.; PACHECO, O. G. **La Formación de Conceptos Científicos**: una perspectiva desde la teoria de la actividad. 139 p. Natal: EDUFRN, 1997.

NUÑEZ, I. B. La formación de habilidades en química general en la perspectiva de la Teoria de P. Ya Galperin como actividad de construcción de conocimientos. **Química Nova**, São Paulo, v.22, n.3, p. 429-434, 1999.

NUÑEZ, I. B. **Vygotsky – Leontiev – Galperin Formação de Conceitos e princípios didáticos**. São Paulo: Liber Livro, 2009.

PCN.PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS, TERCEIRO E QUARTO CICLOS DO ENSINO FUNDAMENTAL, Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC /SEF, 1998.138 p

PERUZZO, F.M.; CANTO, L. Química I. Na abordagem do cotidiano. Química Geral e Inorgânica. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2003

PIETROCOLA, M. Curiosidade e Imaginação: os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

PISA- Programme for International Student Assessment-OCDE. Disponível em: <<http://www.pisa.oecd.org>>. Acessado em: 10.10.2011.

PIZZINI, E. L; SHEPARDSON, D. P; ABELL, S. K. A Rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. **Science Education**, v. 73, n. 5, p. 523-534, 1989.

REINO JUNIOR, T. G. **Effects of curiosity on socialization-related learning and job performance in adults**. 1997. 150 f. Tese (DOCTOR OF OF PHILOSOPHY) – Instituto Politécnico da Faculdade Estadual da Virgínia, Virgínia, Estados Unidos, 1997.

REZENDE, A. L. G. **Elaboração e estudo de uma metodologia de treinamento voltada para o desenvolvimento das habilidades táticas no futebol de campo com base nos princípios da Teoria de Formação das Ações Mentais por Estágios idealizados por Galperin**. 2003. 309 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde)– Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

RIBEIRO, R. P. **O processo de aprendizagem de professores do Ensino Fundamental: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos**. 2008. 230 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2008.

RODRIGUEZ, J. A. R. Esquemas lógico-estruturais de conceitos físicos: relato de experiência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 4, p. 398-406, dez. 1998.

RODRÍGUEZ, G. B.; PEÑA, C. D.; Directo a la Diana: sobre la orientación Del estudiante para aprender. **Revista Iberoamericana de Educación**, p. 1-13, 2007. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/754Bernaza.PDF>>. Acesso em: 19 mar. 2010.

ROVIRA, M. P. G; SANMARTI, N. Las bases de orientacion: um instrumento para enseñar a pensar teóricamente em biologia. **Alambique Didactica de las Ciências Experimentales**, v. 16, p. 8-20, 1998.

SANTOS, A.; SANTOS M.; VIEIRA, V.; A curiosidade como ferramenta para a construção do conhecimento científico.Trabalho de Conclusão de Curso(Curso de Pedagogia), . Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. 15p.

SANTOS, V.; FIRME, R.; SILVA, J. y RIBEIRO, E. (2009). Validação de seqüência didática sobre tratamento de água: análise de uma atividade experimental. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII .Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2835-2840.

SANTOS, W. L. P. ; MÓL, Gerson de Souza ; MATSUNAGA, Roseli Takako ; DIB, Siland Meiry França ; CASTRO, Eliane Nilvana F de ; SILVA, Gentil de Souza ; SANTOS, Sandra Maria de Oliveira ; FARIAS, Salvia Barbosa . Química e Sociedade: volume único, ensino médio.. 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005. v. 1. 744 p.

SCHMITT, F. F.; LAHROODI, R. The Epistemic Value of Curiosity. **Educational Theory**, v. 58, n. 2, p. 125-148, 2008.

TALÍZINA, N. F. **Psicología de la enseñanza**. Moscou: Progreso, 1988. (Biblioteca de Psicología Soviética).

TALÍZINA, N. F. Mecanismos psicológicos de la generalización. **Acta Neurology Colombia**, v. 24, p. 76-99, 2008.

TOLMAN, C. W. The basic vocabulary of Activity Theory. **Activity Theory**, n. 1, p. 14-20, 1988. Disponível em: <www.marxists.org>. Acesso em: 19 mar. 2010.

VASCONCELOS, V.; LOPES, B.; COSTA, N.; MARQUES, L.; CARRASQUINHO, S.; Estado da Arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 6, n.2, 235-245, 2007.

VIDLER, D. C.; RAWAN, H. R. Construct validation of a scale of academic curiosity. **Psychological Reports**, n. 35, p. 263-266, 1974.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes. 2001.

WERTSCH, J. V. Galperin's elaboration of Vygotsky. **Human Development**, v. 43, n. 2, p. 103-106, mar./abr. 2000.

YASNITSKY, A.; FERRARI, M. From Vygotsky to Vygotskian Psychology: Introduction to the History of the Kharkov Scholl. **Journal of the History of the Behavioral Sciences**, v. 44, n. 2, p. 119-145, 2008.

YOUNG, T. E. Resource to Stimulate curiosity. **School library journal**, v. 50, n. 10, p. 97, 2004.

APÊNDICES

APENDICE A

CONCEITOS DA BASE ORIENTADORA DA AÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Olhando a tabela periódica dos elementos químicos observamos que grande parte dos elementos conhecidos são metais. Na tabela, os metais estão na sua forma isolada com características subatômicas bem definidas. No entanto, na natureza e no nosso dia a dia dificilmente encontramos os metais no seu estado isolado e puro ou fazemos uso deles nesta forma, exceções feitas ao ouro e a prata, o que naturalmente pode nos custar muito caro, financeiramente falando.

Normalmente trabalhamos com metais na forma de ligas que compõem talheres, panelas, eletrodomésticos, grades, portões, chaves, plugs, etc.. Para a obtenção dos metais e posterior confecção das ligas é preciso o emprego de um processo que começa na prospecção de terras com potencial minerador, passado pela extração do minério bruto e a separação dos componentes metálicos encontrados numa infinidade de rochas como hematita, da qual se extrai o ferro, a bauxita que fornece o alumínio, a cromita da qual se obtém o cromo, dentre outros metais, que vão servir como fontes para a produção de diversas ligas que serão empregadas nas mais variadas atividades produtivas. A figura 1 mostra algumas imagens da extração do minério de ferro. Claro que o movimento de extração dos minerais está determinado pelos valores comerciais que certos metais adquirem no comércio mundial. O próprio conceito científico de minério está atrelado ao valor comercial de seus constituintes. Assim, as extrações minerais são determinadas pelo movimento da economia mundial, e o Brasil, nesse contexto é um grande fornecedor de minério. A princípio isso poderia fazer do nosso país uma potência mundial industrializada, caso também pudesse se apropriar e desenvolver uma tecnologia para a produção de equipamentos e máquinas com alto valor agregado. No entanto, a ordem política e econômica global nos limita a fornecer a matéria-prima mineral e importar os produtos industrializados, pagando aos países ricos os direitos pelo uso dessa tecnologia.

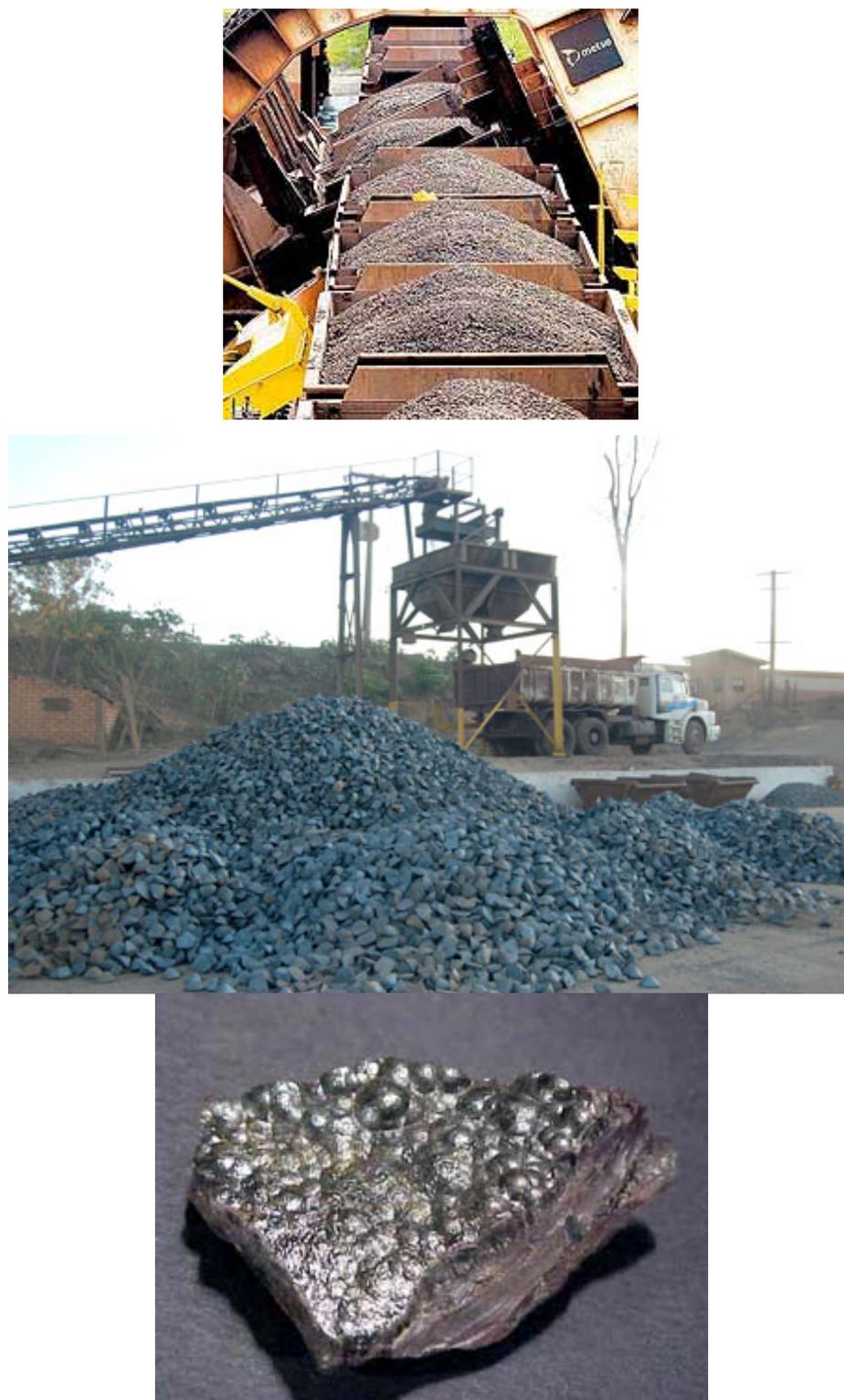


Figura: 1. Minério de Ferro – Mineral, Extração e Transporte

A proposta do nosso estudo consiste em analisar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos metais em diversos contextos de uso e produção, seja no nosso cotidiano, no laboratório da escola e na indústria onde os metais são transformados, utilizados e experimentados para diversos fins. Assim, faremos o caminho da extração e produção dos

materiais metálicos conhecendo e analisando os minérios, passando pela extração do ferro, a constituição das ligas metálicas, discutindo as propriedades físicas, químicas e biológicas dos metais em diversos contextos produtivos, do objeto mais simples como um prego ou um parafuso a importância dos metais no nosso corpo, na forma que conhecemos como os sais minerais.

2. OS MINÉRIOS

A nossa grande fonte de metais e ligas está debaixo dos nossos pés, espalhados por dentro das terras onde a gente pisa. Claro que a distribuição de minérios pelo mundo não é eqüitativa, fazendo com que determinados regiões sejam mais proeminentes em certos minerais do que outras. O Brasil, por exemplo, é um dos maiores fornecedores de ferro do mundo. O minério de ferro, presente na região de Carajás no Pará, constitui uma reserva mineral que pode ser explorada por mais de 200 anos. Além do ferro temos ouro, Alumínio, Estanho e Manganês nos Estados do Norte do Brasil; Titânio, Vanádio, Ferro, Ouro, Estanho, Tungstênio, Molibdênio, Tântalo, Nióbio, Chumbo, Cobre e Cromo nos Estados do Nordeste; Nióbio, Níquel e Ouro nos Estados da Região Centro Oeste; Tungstênio em São Paulo, Ferro e Ouro em MG; Cobre no Rio Grande do Sul. Temos ainda minerais industriais (vermiculita no PI, PE e PB; bentonita na PB, argilas e outros minerais cerâmicos na PB, RN E MG, calcário em praticamente todo o Brasil, gipsita em PE e CE, sais solúveis em PA, AM, BA, SE e AL, rochas ornamentais no ES, RJ, SP, BA, CE, RN, PB, RS; pedras preciosas em BA, MG, PB, RN, CE, PE, PI e RS; fluorita em SC). E por fim, mas não muito pouco, os recursos energéticos combustíveis tais como petróleo e gás (AM, RN, BA, AL, SE, SP, RJ e RS) carvão mineral siderúrgico (SC e PR) e água subterrânea no PI, PE, SP, BA, PB, CE (Melo-Evenildo, 2009).

Não é a toa que o nosso subsolo é tão cobiçado, disputado e ao mesmo tempo negociado por grandes empresas que se apropriam da terra, acumulando cada vez mais riqueza e poder. Mas, por enquanto, vamos nos deter nos minerais utilizados como matéria-prima para materiais metálicos.

A Tabela 1 fornece a constituição de alguns minérios de ocorrência no nosso país.

NOME DO MINÉRIO	FORMULA	COMPOSIÇÃO
Hematita-fonte de ferro	Fe_2O_3	70% de Fe e 30% de O
Cassiterita-fonte de estanho	SnO_2	78,7% de estanho e 21,3% de O
Bauxita - fonte de alumínio	Al_2O_3	50 a 70% de Al_2O_3 , 25% de Fe_2O_3 , 20 a 40% de água, 2 a 30% de SiO_2 , além de TiO_2 , V_2O_3
Cuprita- fonte de cobre	CuO_2	88,8% de Cu e 8,2 de O_2
Cromita – fonte de cromo	FeCr_2O_4 , óxido de cromo e ferro	67,9% de Cr_2O_3 e 32,1% de FeO
Pirolusita- fonte de manganês	MnO_2	63,2% de Mn e 36,8% de O
Dolomita- fonte de cálcio e magnésio	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ carbonato de cálcio e magnésio	30,4% de Cão, 21,7% de MgO e 47,7% de CO_2

FONTE: Atlas de Rochas. [on-line]. ISBN: 85-89082-12-1. Disponível na Internet via: <http://www.rc.unesp.br/museudpm>. Arquivo capturado em _26_ de agosto de 2009.

Podemos dizer que grande parte dos objetos, utensílios e equipamentos metálicos que conhecemos tem o ferro como o elemento químico básico e estrutural, presente na forma de ligas as quais são adicionados outros metais como cromo, níquel e estanho. A importância do ferro para o desenvolvimento das conquistas territoriais e tecnológicas da humanidade remonta e idade antiga. A metalurgia do ferro remonta a 1300 a.C e começou a ser difundida para a fabricação de armas. O HANDBOOK (1988) classifica o ferro como o metal mais importante, devido a sua ampla utilização. Na prática, nunca se produz o ferro puro, por que a sua preparação é muito difícil e, para a maioria das suas finalidades muito cara. Por causa disso é obtido o ferro com pequenas quantidades de carbono e outros constituintes, cujos processos vamos conhecer mais adiante.

3. EXTRAÇÃO DO FERRO A PARTIR DO MINÉRIO DE FERRO

A obtenção de ferro a partir do minério de ferro acontece nos altos fornos das siderurgias, num processo que envolve o consumo de carvão mineral cuja queima fornece temperaturas

que variam de 800°C a 1900°C. Na verdade o produto dessa combustão não é ferro puro, mas sim uma liga metálica feita de ferro e carbono, conhecida por todos nós como aço.

A fronteira entre o ferro e o aço foi definida na Revolução Industrial, com a invenção de fornos que permitiam não só corrigir as impurezas do ferro, como adicionar-lhes propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do seu baixo custo, o aço passou a representar cerca de 90% de todos os metais consumidos pela civilização industrial.

Basicamente, o aço é uma liga de ferro e carbono, o qual entra na composição do aço em percentuais que variam de 2 a 5%. O carvão exerce duplo papel na fabricação do aço. Como combustível, permite alcançar altas temperaturas (cerca de 1.500° Celsius) necessárias à fusão do minério. Como redutor, associa-se ao oxigênio que se desprende do minério com a alta temperatura, deixando livre o ferro. O processo de remoção do oxigênio do ferro para ligar-se ao carbono chama-se redução e ocorre dentro de um equipamento chamado alto forno.

No processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Impurezas como calcário, sílica etc. formam a escória, que é matéria-prima para a fabricação de cimento. À medida que se forma o ferro fundido escorre para o fundo do forno, onde é recolhido periodicamente.

A etapa seguinte do processo é o refino. O ferro gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante queima de impurezas e adições. O refino do aço se faz em fornos a oxigênio ou elétricos.

Finalmente, a terceira fase clássica do processo de fabricação do aço é a laminação. O aço sólido é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras etc.

No mundo de hoje é muito difícil imaginar a vida e os benefícios tecnológicos produzidos pelo saber humano sem pensar no ferro e aço. Não existiriam as comunicações modernas, nem muito menos as grandes e até pequenas construções.

A figura 2 mostra o processo de fabricação do aço a partir do minério de ferro.

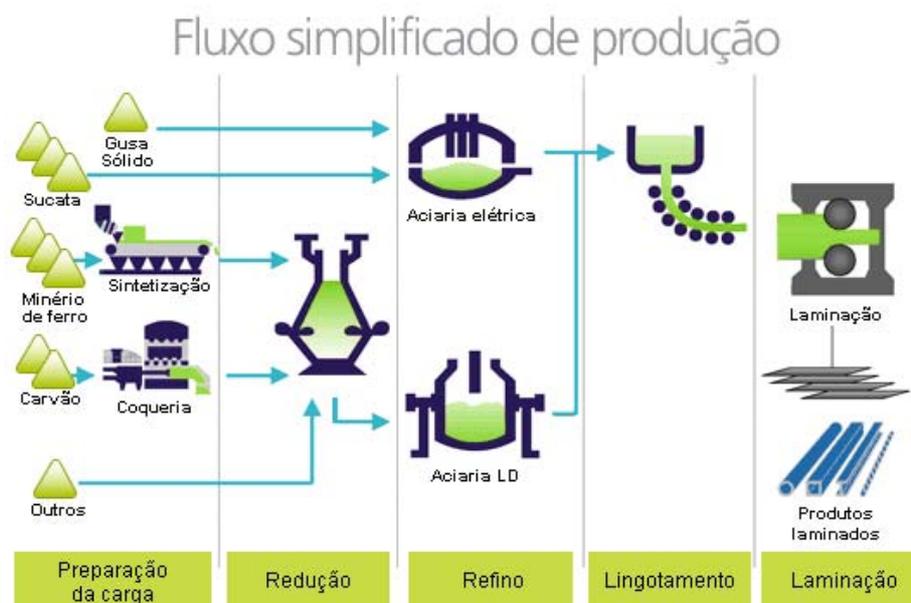


Figura 2. Fluxo simplificado do processo de fabricação do ferro-aço. <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/processo--introducao.asp>. Acessado em 26 de agosto de 2009

Bom, já sabemos como o ferro é extraído da terra e processado para fornecer a matéria-prima (aço) que servirá de base para a produção de uma infinidade de objetos que conhecemos. Estes objetos são feitos por materiais que chamamos ligas metálicas que por sua vez são compreendidas como misturas sólidas de átomos de dois ou mais elementos químicos. A tabela 2 fornece as principais ligas metálicas e a sua utilização comercial.

4. PROPRIEDADES FÍSICAS DOS METAIS

Antes de estudarmos as propriedades físicas dos metais, vamos descrever as características desses materiais metálicos que temos aqui, tais como cor, textura, dureza, brilho, maleabilidade, dentre outras.

Os metais apresentam diversas propriedades físicas que são amplamente utilizadas para as mais variadas necessidades do dia a dia. Um conhecimento maior dessas propriedades permitiu o desenvolvimento da tecnologia dos materiais metálicos, o que por sua vez impulsionou o desenvolvimento científico da humanidade. Hoje, o seu uso responde a diversos problemas nas áreas de medicina, utilidades domésticas, construção civil, mineração e mineralogia, tecnologia da comunicação e informação, indústria petrolífera e automobilística, dentre tantas outras atividades econômicas e industriais.

4.1 DUREZA

Dependendo da finalidade, a dureza pode ser interpretada na área mecânica como resistência à penetração de um material duro em outro; na usinagem é a resistência ao corte de um metal; na mineralogia é a resistência ao risco de um material e na metalurgia corresponde à resistência à deformação plástica. De um modo geral podemos dizer que o material com grande resistência à deformação permanente terá alta resistência ao desgaste, ao corte e dificilmente será riscado, constituindo num material DURO. Esta propriedade permite aos metais serem utilizados em situações que exigem um material ao mesmo tempo leve e duro como o alumínio que entra na composição de materiais de uso aeroespacial. A dureza deve ser reconhecida pelos alunos por meio do esforço em riscar a superfície metálica e fazer furos em amostras de metais e outros materiais com o uso de furadeiras. Para isso devem segurar firmemente a amostra de metal e deslocar o parafuso, seixo ou paralelepípedo pela superfície do metal e no caso do teste da dureza a perfuração, apoiar firmemente a amostra de metal e pressionar a broca da furadeira sobre um ponto determinado do metal.

4.2 MALEABILIDADE

É a propriedade dos sólidos de, quando martelados, cederem, sem se romperem. Por essa propriedade é possível obter lâminas metálicas que são fundamentais para a indústria metalúrgica.

Os restauradores das igrejas barrocas utilizam-se dessa propriedade dando acabamento aos altares usando folhas finíssimas de ouro. As siderúrgicas transformam grandes barras de aço em folha finas que serão utilizadas na fabricação de carros e eletrodomésticos

Na prática os alunos testarão essa propriedade, verificando a capacidade dos metais de formarem chapas e destas, utensílios domésticos como frigideiras e talheres.

4.3 DUCTIBILIDADE

Representa a capacidade dos metais serem transformados em fios. Esta propriedade é fundamental para a transmissão de energia elétrica, o que impulsionou o desenvolvimento tecnológico, dentre tantas outras utilidades. Os alunos manipularam fios de cobre, ferro e alumínio, reconhecendo a facilidade de transmitir energia a grandes distancias.

4.4 CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Os metais são considerados ótimos condutores de calor, quando comparados com materiais como madeira, vidro, borracha, plástico. Temos em casa muitas placas feitas de alumínio ou aço inoxidável, materiais indicados para a fabricação desses utensílios domésticos. Assim podemos aquecer esses materiais sem que eles sofram danos na sua estrutura física, ou seja, após o esfriamento eles mantêm as mesmas características.

Vamos testar a condutividade térmica de alguns metais, aquecendo-os numa lamparina a álcool e observando o seu comportamento.

4.5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os metais são considerados os melhores condutores de eletricidade. Devemos pensar a corrente elétrica como uma transmissão de energia que acontece como um efeito dominó, ou seja, a energia de um dominó é transmitida ao outro e assim sucessivamente, e não como um fluxo contínuo de elétrons.

O ouro e a prata são os metais que apresentam as maiores valores de condutividade elétrica, mas por serem muito caros não são aproveitados na confecção de fios, sendo substituídos pelo cobre. No entanto, podemos encontrar finíssimas lâminas de ouro no revestimento de plugs e conectores de equipamentos, dos quais é exigido alta qualidade e precisão na transmissão de dados, devido a sua baixa resistência elétrica e elevada resistência à corrosão. É sabido entre todos nós os acidentes que ocorrem por meio do contato direto entre metais e os terminais (tomadas) de energia elétrica nas residências. Certamente hoje em dia, dificilmente conseguiríamos viver nas cidades, sem a energia elétrica. Vamos então procurar descrever, por meio do esquema da BOA que temos, como pode está acontecendo a transmissão de energia elétrica para movimentar os equipamentos presentes no laboratório, na casa de gente e nas indústrias.

APENDICE B

TESTANDO AS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS METAIS

TESTE DA DUREZA

A ciência dos materiais realiza diversos testes para indicar a aplicação de um determinado produto ou matéria-prima. Um desses testes é a dureza que aqui será testada na finalidade de oferecer resistência ao ato de riscar e perfurar.

Para riscar a superfície dos metais os alunos podem usar pregos, pedaços de paralelepípedos ou outro material adequado, traçando uma linha sobre a superfície do metal e observando a profundidade desta linha. Estes materiais são adequados a esta ação, pois conferem resistência ao riscar as chapas ou até furá-las. Os alunos devem segurar com uma mão a amostra do metal e com a outra riscar a amostra firmemente, observando o resultado. A dureza a penetração será testada com o uso de uma furadeira. Os metais a serem testados devem estar firmemente apoiados para que não haja deslocamentos e comprometa o teste. No caso utilizou-se uma lata de alumínio. A dureza neste caso corresponde à resistência oferecida pelo material à penetração.

TESTE DA MALEABILIDADE E DUCTIBILIDADE

O teste de maleabilidade foi feito com os alunos de forma bem simples, mostrando que pequenas e finas lâminas de ferro podem ser moldadas, ou seja, são maleáveis ao esforço físico feito pelos dedos da mão, ou podem ser torneadas ou ainda marteladas.

Para testar a ductibilidade os alunos devem, com o uso de um alicate, tentar transformar uma pequena lâmina do metal de formato retangular, em fios. Tomamos uma folha de alumínio de enrolamos ao máximo para que tenha o formato de um fio.

TESTE DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Vamos testar a condutividade térmica de uma alça de platina na chama de uma lamparina com álcool, comparando com um palito de fósforo grande e um pedaço de plástico pequeno. Aquecer a alça de platina até o rubro. Retirar da chama e observar o esfriamento. Repetir a operação de aquecimento para o fósforo e o pedaço de plástico.

A partir desses resultados o que podemos chamar de condutividade térmica? O que podemos concluir dos outros materiais testados?

TESTE DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DOS METAIS

Por razões de segurança não foi realizado este teste com os alunos. No entanto, ao testarem a ductibilidade dos metais, os alunos lembraram-se da propriedade do cobre em conduzir a corrente elétrica em virtude deste metal ser utilizado na confecção de fios elétricos.

TESTE DOS EFEITOS DA OXIDAÇÃO DO FERRO

O teste tinha a finalidade de trabalhar com os alunos os efeitos da oxidação numa pequena peça de ferro. Os alunos, usando luvas, lixaram as amostras de ferro até obter um pó que representa a ferrugem (óxido de ferro). O teste procurou indicar tanto a perda de massa que ocorre com a oxidação do ferro, como a ação desencadeada para proteger peças metálicas desse fenômeno que é cobrir a superfície do metal, evitando o seu contato com o ar e conseqüentemente a oxidação.

APÊNDICE C

ROTEIRO DA VISITA COM OS ALUNOS

Visita a uma fábrica de carrocerias e a sala de armas e armaduras do Instituto Ricardo Brennand em 01 de outubro de 2009.

Na indústria a maleabilidade e a ductibilidade são propriedades físicas apresentadas pelos metais que permitem o seu emprego na confecção de diversos produtos como jóias, baixelas, recipientes para guardar alimentos, grades de diversos formatos e tamanhos, chapas metálicas e até obras de arte que usam os metais como matéria-prima. Vamos conhecer uma fábrica de carrocerias onde estas propriedades são amplamente utilizadas e saber para que finalidade os metais e suas ligas estão sendo destinados. Devemos construir um roteiro para observação e registro. Para isso devemos refletir: quais as ferramentas utilizadas para forjar os metais? Quais os metais ou ligas mais empregadas no ramo metalúrgico visitado?, entre outras questões. Preencher a Base Orientadora da Ação para relacionar com clareza o uso das propriedades maleabilidade e ductibilidade, os produtos obtidos, a finalidade, custos, etc..:

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO

Materiais

Reagentes

Técnicas a utilizar

Descrição das etapas de trabalho

Cálculos, observações e identificação das variáveis.

Qual é o resultado esperado?

Como saber se os resultados estão corretos?

O que foi obtido?

Quais são as condições de trabalho?

Podemos pensar para antecipar o resultado:

- a) Qual a estratégia que posso adotar para resolver a situação planejada? Possíveis estratégias e ordem de operação de cada estratégia.
- b) Qual é o resultado esperado das operações planejadas

Para planejar podemos pensar:

- a) Quais as estratégias parecem mais adequadas? Eleição da estratégia método.
- b) Qual o plano de execução que seguiremos?

Não podemos esquecer também que estas mesmas propriedades que estão sendo utilizadas na fábrica de carrocerias também estão presentes na transformação de ligas e metais no contexto da produção de obras de arte. As formas, tamanhos e espessuras desses objetos só são adquiridos por meio da manipulação da maleabilidade dos metais, que é auxiliada também pela capacidade de conduzir calor, facilitando a moldagem das peças. Vamos estudar as propriedades físicas dos metais, visitando o salão de armas e armaduras do Instituto Ricardo Brennand.

APÊNDICE D**LISTA DE EXERCÍCIO + ORIENTAÇÃO PARA B.O.A**

Procure responder as questões abaixo construindo uma Base Orientadora da Ação.

Para construir a sua B. O. A, siga as orientações:

1. Sobre a estrutura da ação:

- a) identificação do problema
- b) motivação para resolver a tarefa
- c) objetivo da ação
- d) operações necessárias para realizar a ação
- e) descreva as condições em que a ação deve ser realizada

2. Sobre a orientação da ação:

- a) Quais as estratégias que vou adotar e a ordem de operação de cada estratégia?
- b) Quais os resultados esperados?

3. Sobre o planejamento da ação:

- a) Qual a estratégia mais adequada? Eleja a estratégia mais adequada.
- b) Qual o plano de execução a seguir? Faça um plano de trabalho.

Para responder a questão 1 e 2 consulte as tabelas abaixo.

Tabela 1 Propriedades de alguns metais típicos

METAL	PONTO DE FUSÃO (°C)	DUREZA RELATIVA (temp. ambiente)
Mercúrio	-38,4	liquido
Sódio	97,4	0,07
Chumbo	327	4,2
Magnésio	650	30
Alumínio	660	16
Níquel	1453	90
Ferro	1536	77
Platina	1769	64
Molibdênio	2610	150
Tungstênio	3410	350

Fonte: Brady e Humiston, 1986

Tabela 2. Alguns tipos de aço formados pela adição de diferentes substâncias

Substancia	Quantidade	Característica
Manganês (Mn)	0,5 a 10%	Aumenta a dureza e diminui a ductibilidade.
Níquel (Ni)	Menos de 5%	Aumenta a resistência a oxidação e a dureza;
Cromo (Cr)	Menos de 12%	Aumenta a resistência à oxidação;
Tungstênio (W)	Menos de 20%	Aumenta a dureza e a resistência a altas temperaturas;

Fonte: Santos et al, 2005

1) Normalmente usamos a dureza dos metais ou a dureza de suas ligas, quando precisamos pregar um quadro na parede, fixar uma prancha, furar uma chapa de metal ou de madeira para a fixação de peças, no intuito de montar um uma estante ou objetos que são úteis ao nosso dia a dia. Utilizando os valores de dureza relativa dos metais constantes na tabela 1, brocas de que metais você usaria para perfurar uma tábua de madeira, uma parede de concreto e uma chapa de alumínio.

2) Num domingo você vai com seu pai comprar alguns materiais em *Ferreira Costa* para pregar uma prancha de madeira na parede da sua casa que a sua mãe mandou. No entanto, na loja não tem brocas adequadas para esta finalidade. Como você pode ajudar seu pai a resolver este problema. Leve em consideração também o material que constitui a parede, no caso se tijolo ou tijolo/concreto.

3) Os metais são largamente empregados para as mais variadas finalidades e normalmente estão presentes como ligas metálicas em diversos objetos e materiais. Estas são misturas sólidas de dois ou mais elementos sendo pelo menos um deles metal.

Uma determinada indústria precisa produzir ligas metálicas a base de ferro para a fabricação de cofres, vigas de sustentação e instrumentos cirúrgicos e ligas a base de cobre para a fabricação de chapas metálicas destinadas a produção de canos e ferramentas. A partir das características dos elementos apresentados na tabela 2 indique os metais que devem ser adicionados ao ferro e ao cobre para que tenham as características desejáveis pela indústria.

4) A maleabilidade e ductibilidade dos metais permitem a confecção de objetos das mais diferentes formas, tamanhos, espessuras, chegando os metais a serem inclusive matéria-prima para a produção de objetos de arte. Essas duas propriedades físicas dos metais e suas ligas produzem uma série de utensílios domésticos que facilita muito a nossa vida. Temos na cozinha, por exemplo, objetos de madeira e plástico, mas os objetos de metal, por exemplo, são mais higiênicos quando o assunto é preparar alimentos. Descreva uma situação simples em que você pode utilizar essas propriedades dos metais e suas ligas, considerando o uso que você faz delas para resolver um determinado problema.

5) Os metais são considerados, de uma maneira geral, excelentes condutores de calor e eletricidade. No entanto, o que determina o uso de certos metais em detrimento de outros é a sua abundância natural, bem como os custos envolvidos na sua extração e produção. O cobre é o metal mais utilizado em fios elétricos para conduzir a corrente elétrica em virtude dos custos e da boa condutividade que apresenta, por exemplo. Metais como alumínio e ligas de aço inoxidável, são considerados excelentes materiais para a fabricação de panelas usadas para cozinhar os alimentos. Vamos testar agora a propriedade que os metais têm de conduzir calor. Utilizamos objetos metálicos para cozinhar os alimentos levando-os direta ou indiretamente ao fogo. Inadvertidamente uma dona de casa deixou próximo à chama do fogão utensílios domésticos feitos de madeira, plástico e metal. Considerando a propriedade de conduzir calor dos metais, explique porque a madeira e o plástico se estragaram e o metal não.

6) As panelas que usamos para cozinhar os alimentos podem ser feitas de alumínio, aço inoxidável, vidro refratário, ágata, ferro, cobre e até de barro. Dependendo de uma série de fatores (gosto, poder aquisitivo, preferência por determinado material, facilidade no manuseio, durabilidade) podemos utilizar um tipo de panela para uma dada finalidade. Quais as vantagens e desvantagens desses materiais na hora de cozinhar os alimentos?

7) O aquecimento de chapas e peças metálicas para a fabricação de objetos de arte, bem como armas e armaduras protetoras, constitui uma atividade que remonta as mais antigas tradições de guerra da humanidade. Na idade média o artesão fabricante de armas era um profissional valorizado no seu ofício. Sabia fazer peças perfuro-cortantes das mais brutas às espadas com lâminas trabalhadas ao fio de corte, bem como utensílios de usos domésticos. O formato das jóias de ouro e prata só é conhecido depois de aquecidas e resfriadas, uma atividade muito comum entre os fabricantes de jóias conhecidos como ourives. Um fundamento para

conseguir estas peças está baseado no ponto de fusão do ouro e da prata que, uma vez atingido, permite a obtenção do metal líquido e com o seu esfriamento, tem-se a peça metálica já nos moldes desejados. Vamos testar a condutividade térmica de uma alça de platina na chama de uma lamparina com álcool, comparando com um palito de fósforo grande e um pedaço de plástico pequeno. Deve-se então aquecer a alça de platina até o rubro. Retirar da chama e observar o esfriamento. Repetir a operação de aquecimento para o fósforo e o pedaço de plástico. A partir desses resultados o que podemos chamar de condutividade térmica? O que podemos concluir dos outros materiais testados?

8) Considerando as propriedades físicas estudadas e testadas (dureza, maleabilidade, ductibilidade e condutividade térmica) apresente o metal ou a liga mais indicada para a fabricação de bicicletas, automóveis, portões, jóias e bijuterias, painéis para uso doméstico e industrial, dentre outros produtos a sua escolha, considerando ainda a facilidade de obtenção e produção dos metais e ligas, a sua funcionalidade, praticidade e custos. Dê a sua resposta em forma de um laudo técnico.

9) Procure substituir os metais que você indicou na questão anterior por outros materiais como vidro, plástico e madeira. Avalie a sua substituição relacionando as propriedades dos materiais utilizados com as propriedades dos metais e suas ligas.

10) Quais as vantagens de utilização das ligas metálicas em relação aos metais puros?

APENDICE E - IDENTIFICANDO AS SUBSTÂNCIAS - BASE DE ORIENTAÇÃO

Solubilidade: É uma propriedade específica das substâncias e representa o quanto uma substância se dissolve em outra. No nosso caso o solvente é a água. Uma solução de baixa solubilidade indica turvação, ou precipitados em meio aquoso. Uma solução de alta solubilidade indica uma solução límpida, sem turvação ou precipitados. A solubilidade se relaciona com o equilíbrio iônico das soluções. Tabelas referente a solubilidade das substâncias servem como referência para a avaliação desta propriedade.

Ação: Tomar como padrão uma solução de hidróxido de cálcio como uma solução de **baixa solubilidade**, pois identificamos turvação no tubo de ensaio e a solução de cloreto de sódio como uma solução de **alta solubilidade**, pois apresenta-se límpida sem turvação. Dessa forma na coluna solubilidade classificar as substâncias como tendo alta ou baixa solubilidade.

Ácidos: substâncias que em meio aquoso sofrem dissociação liberando H^+ . Testar as soluções em meio aquoso, usando para isso uma escala de pH, que varia de 0 a 14, e mede a acidez das substâncias. Caso a substância seja um ácido, ou tenha propriedades de um ácido, a solução terá um valor de pH abaixo de 7.

Ação: Introduzir uma tira de papel indicador ácido/base na solução a ser testada. Aguardar alguns segundos e realizar a leitura da cor comparando com as cores da escala de pH, colocando as cores da tira voltada para cima, conforme figura. Considerar a cor mais aproximada da escala que indica que a substância é ácida.

Ácidos fortes: representam os ácidos que estão **completamente** dissociados em água, ou seja, temos muitos **íons H^+** em solução.

Ácidos Fracos: representam: os ácidos que estão **parcialmente** dissociados em água, ou seja temos poucos **íons H^+** em solução.

Ação: Transferir a substância para um copo de vidro ou becker e medir a sua condutividade elétrica. Primeiramente lavar o eletrodos com um pouco de água destilada para evitar contaminações entre as substâncias a serem testadas e introduzi-los na solução. Em seguir ligar a lâmpada e observar a intensidade da luz. Para os ácidos fracos a luz da lâmpada indicará uma baixa intensidade - baixo grau de dissociação. Para os ácidos fortes a luz da lâmpada indicará uma alta intensidade - alto grau de dissociação.

Bases: substâncias que em meio aquoso sofrem dissociação liberando OH^- . Testar as soluções em meio aquoso, usando para isso uma escala de pH, que varia de 0 a 14, e mede a alcalidade ou basicidade das substâncias. Caso a substância seja uma base, ou tenha propriedades de uma base, a solução terá um valor de pH acima de 7.

Ação: Introduzir uma fita de papel indicar ácido/base na solução a ser testada. Aguardar alguns segundos e realizar a leitura da cor comparando com as cores da escala de pH, colocando as cores da tira voltada para cima, conforme figura. Considerar a cor mais aproximada da escala que indica que a substância é uma base.

Bases Fracas: representam as bases que estão **parcialmente** dissociadas em água, ou seja temos poucos íons OH^- livres em solução.

Bases Fortes: representam as bases que estão **completamente** dissociadas, ou seja, tem muitos íons OH^- livres em solução.

Ação: Transferir a substância para um copo de vidro ou becker e medir a sua condutividade elétrica. Primeiramente lavar os eletrodos com um pouco de água destilada para evitar contaminações entre as substâncias a serem testadas. Introduzir os eletrodos na solução. Em seguida, ligar a lâmpada e observar a intensidade da luz. Para as bases fracas a luz da lâmpada indicará uma **baixa intensidade - baixa dissociação**. Para as bases fortes a luz da lâmpada indicará uma **alta intensidade-alta dissociação**.

Sais: São substâncias que, em solução aquosa, sofrem dissociação, liberando pelo menos um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- e O^{2-} . Na água sofre uma reação chamada de Hidrólise, que significa reação com a água em meio ácido ou básico. Dessa forma teremos sais de hidrólise ácida que na escala de pH estará abaixo de 7 e sais de hidrólise básica que na escala de pH estará acima de 7. Sais de baixa solubilidade podem sofrer hidrólise, entretanto não ser detectado nestas condições do teste.

Ação: : Introduzir uma tira de papel indicadora ácido/base na solução a ser testada. Aguardar alguns segundos e realizar a leitura da cor comparando com as cores da escala de pH, colocando as cores da tira voltada para cima, conforme a figura . Considerar a cor mais aproximada da escala que indica se o sal tem hidrólise básica ou ácida.

Sais como eletrólitos fortes e Fracos

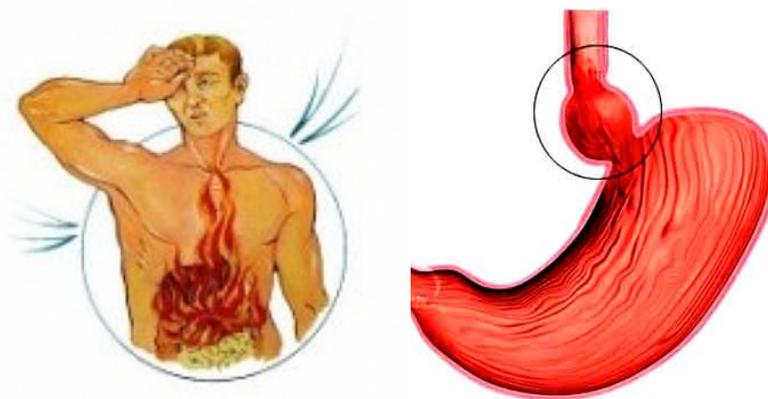
Ação: Transferir a substância para um copo ou Becker e medir a sua condutividade elétrica. Primeiramente lavar os eletrodos com um pouco de água destilada para evitar contaminações entre as substâncias a serem testadas. Introduzir os eletrodos na solução. Em seguida ligar a lâmpada e observar a intensidade da luz. Os sais que se dissociam completamente podemos dizer que são **eletrólitos fortes** e no teste da sua condutividade elétrica a luz indicará alta intensidade. Os sais que se dissociam parcialmente podemos dizer que são eletrólitos fracos e no teste da sua condutividade elétrica a luz indicará uma baixa intensidade.

Óxidos: oxigênio combinado com outro elemento químico diferente do flúor. Podemos dizer então que, o que define um óxido, dentro das funções inorgânicas, é que o oxigênio, será sempre o elemento mais eletronegativo. Os óxidos iônicos ou os óxidos moleculares podem apresentar propriedades ácidas ou básicas em meio aquoso.

Ação: Introduzir uma tira de papel indicador ácido/base na solução a ser testada. Aguardar alguns segundos e realizar a leitura da cor comparando com as cores da escala de pH. Considerar a cor mais aproximada da escala que indica se o óxido possui propriedades ácidas ou básicas.

Dissociação dos óxidos iônicos em meio aquoso

Ação: Transferir a substância para um copo ou Becker e medir a sua condutividade elétrica. Primeiramente lavar os eletrodos com um pouco de água destilada para evitar contaminações entre as substâncias a serem testadas. Introduzir os eletrodos na solução. Em seguida ligar a lâmpada e observar a intensidade da luz. Neste caso verificar a capacidade de dissociação dos óxidos iônicos, como no caso testado o óxido de cálcio, classificando como de alta dissociação ou baixa dissociação.



APÊNDICE - F

A Z I A

A azia é uma sensação de queimação provocada pelo refluxo do ácido do estômago em direção ao esôfago e pode ser causada pelo consumo excessivo de alimentos gordurosos e cafeinados. É tratada com o uso de substâncias conhecidas como anti-ácidos. Medicamentos comerciais como Sonrisal® (carbonato de sódio e bicarbonato de sódio + AAS) e Sal de Eno® (carbonato e bicarbonato de sódio + ácido cítrico) são exemplos de antiácidos e normalmente utilizados pelas pessoas quando sentem azia. Estes medicamentos, ao serem ingeridos, diminuem os efeitos da elevada acidez. Além destes medicamentos, outros como Kolantyl® (hidróxido de alumínio), Leite de Magnésia® (Hidróxido de magnésio) e magnésia bisurada® (carbonato de bismuto, carbonado de cálcio e carbonato de magnésio), também são utilizados contra os sintomas da azia. Dentre o grupo das funções inorgânicas apenas as bases fracas e sais de hidrólise básica podem ser utilizados para tratar a azia. Jamais podem ser utilizadas bases consideradas fortes como hidróxido de sódio, mesmo em pequeníssimas concentrações. É interessante notarmos a presença de ácidos, na composição de alguns medicamentos para tratar a azia. É importante frisar também que não podemos sempre tomar anti-ácidos para tratar a sensação de queimação que pode está associada a doenças mais graves do aparelho digestivo e neste caso um médico deve ser consultado.

APENDICE G - FUNÇÕES INORGANCIAS- SUBSTANCIAS TESTADAS

NOME	FÓRMULA	FUNÇÃO	SOLUBILIDADE	REAÇÃO DE DISSOCIAÇÃO	GRAU DE DISSOCIAÇÃO	AC.FORTE/ AC. FRACO	BASE FORTE/ BASE FRACA
Acido clorídrico Ácido muriático (nome comercial)	HCl						
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄						
Ácido Acético (vinagre-solução de ácido acético a 4%)	CH ₃ COOH						
Hidróxido de sódio Soda cáustica (nome comercial)	NaOH						
Hidróxido de potássio	KOH						
Cloreto de sódio Sal de cozinha	NaCl						
Cloreto de potássio	KCl						
Cloreto de cálcio	CaCl ₂ .2H ₂ O						
Sulfato de cobre	CuSO ₄ .5H ₂ O						
Sulfato de alumínio	Al ₂ (SO ₄) ₃ .12H ₂ O						
Hidróxido de bário	Ba(OH) ₂						
Hidróxido de cálcio	Ca(OH) ₂						
Peróxido de hidrogênio Água oxigenada (nome comercial)	H ₂ O ₂						
Óxido de titânio	TiO						
Óxido de cálcio	CaO						
Hidróxido de amônio	NH ₄ OH						
Bicarbonato de sódio	NaHCO ₃						
Carbonato de sódio	Na ₂ CO ₃						

APENDICE – H

QUESTIONÁRIO/AVALIAÇÃO DO PROCESSO

CIRCUITOS E CHOQUES ELÉTRICOS

Estas perguntas não têm intenção de te avaliar. No entanto, agradecemos toda atenção e sinceridade ao respondê-las, pois constituem informações importantes para a nossa investigação e para melhorar o ensino da Física. Desde já agradecemos a tua colaboração.

Dados escolares

Nome: _____

Idade: ___ anos

Sexo: _____

Classificação em ciências física e química no primeiro período _____

1. Sobre a elaboração de curiosidades a partir de um cenário ou de um tema

1.1. Quando pedimos para formularem curiosidades sobre circuitos e choques elétricos o que pensastes sobre este pedido? Justifica a tua resposta.

1.2. O fato de lhes pedirem para formular curiosidades facilitou de alguma forma a compreensão do assunto relacionado com a eletricidade estudado?

SIM NÃO Em qualquer dos casos comenta a tua resposta.

1.3. Para ti, formular curiosidades foi:

___ Fácil

___ Difícil

___ Aborrecido

___ Estranho

___ Animador

Justifica a tua resposta

2. Sobre o trabalho em grupo

2.1 Que avaliação fazes do fato de teres que pesquisar para obter uma resposta para as curiosidades que formulastes?

Foi um desafio

Foi interessante

Foi aborrecido

Foi bom para aprender

Outras. Especificar: _____

Justifica a tua resposta

2.2 Como avalias o trabalho em grupo

Uma oportunidade de conversar com os amigos sobre o assunto, embora tenha continuado com a minha própria idéia.

Conversar com os amigos sobre o assunto, ajudou-me a responder às curiosidades.

Discutir o assunto com os amigos do grupo, ajudou-me a reformular as minhas idéias sobre a resposta que encontrei para as curiosidades do grupo.

Serviu para formular outras curiosidades diferentes daquelas que havíamos feito individualmente.

Serviu para discutir as respostas e chegarmos a um consenso ou uma conclusão para as curiosidades do grupo.

2.3 Como avalias o trabalho em grupo, de uma forma geral, nos seguintes aspectos:

divertido

aborrecido

útil

desnecessário

animador

cansativo

___ uma oportunidade de estudar em grupo

___ não gosto de estudar em grupo

3. Sobre a apresentação dos resultados do trabalho em grupo

3.1 Como avalia a apresentação e discussão dos resultados do trabalho no grande grupo?

___ Permitiu entender melhor os assuntos

___ Permitiu esclarecer as minhas dúvidas

___ Permitiu ajudar os outros

___ Obrigou-me a pensar mais sobre os assuntos

___ Consegui expressar-me melhor considerando todas as atividades que fiz:

___ a) formulei curiosidades,

___ b) foi possível investigar as possíveis respostas que foram apresentadas e discutidas no grande grupo.

___ c) aprendi a trabalhar em grupo e

___ d) pesquisar respostas em várias fontes de informação

3.2. Faça um comentário sobre o aspecto que julgues importante a cerca do trabalho com as curiosidades formuladas para o assunto circuitos e choques elétricos.

APÊNDICE I

Cenário problemático

Choque elétrico



Geladeira, *freezer*, chuveiro, ferro de passar, liquidificador... Todos esses utensílios fazem parte de nosso dia-a-dia e precisam da eletricidade para funcionar. Mas, assim como os eles tornam nossa vida mais fácil, também podem nos proporcionar algo nada agradável: o choque! Isso mesmo! Aquela sensação dolorosa que faz arrepiar nossos cabelos. Para senti-la, basta, por exemplo, tocar sem querer em algum fio desencapado de um eletrodoméstico que esteja em funcionamento. Ou mesmo colocar o dedo, por descuido, em alguma tomada de qualquer parte da nossa casa. É um susto e tanto. Mas se há algo de bom nessa experiência é a pergunta que aparece com ela: por que isso ocorreu? O curioso é que nós, seres humanos, tais como os metais, também podemos receber e transmitir eletricidade. Por outro lado, não é em qualquer situação que podemos sentir na pele um choque elétrico, e ainda dependendo de alguns fatores esse choque pode ser muito perigoso, ou seja, pode ser fatal. Entretanto, se estivermos usando um chinelo com sola de borracha e não houver contato entre o nosso corpo e outro material, não levaremos choque. É bom saber disso para evitar acidentes! Nunca encoste em fios desencapados, nem mexa em objetos condutores de eletricidade sem conferir se a chave geradora de toda energia da casa está desligada! Devemos sempre agir com cuidado. Em todo caso não devemos ter medo da eletricidade, até porque precisamos que ela chegue as nossas casas e até sentimos sua falta, o que as vezes pode acontecer devido a um curto-circuito na rede de distribuição. Nestes casos é recomendado que desligamos os pares elétricos da tomada, para não correremos o risco deles pararem de funcionar, com o religamento da eletricidade. Então, não fique chocado, pense um pouco sobre este assunto ou outros relacionados e escreva a sua curiosidade sobre este assunto. Fonte: Adaptado de Ciência Hoje das Crianças: 15/04/2003.

APÊNDICE J

TEMA

Tema: *Circuitos e choques elétricos*. Sobre este tema solicitamos escrever as suas curiosidades.

APENDICE L**Curiosidades da turma 9A- trabalhou com o tema**

- 1) O que é um circuito elétrico?
- 2) Qual a composição de um circuito elétrico?
- 3) Por que apanhamos choque elétrico?
- 4) Por que apanhamos mais facilmente um choque elétrico com as mãos molhadas?
- 5) Por que falha a luz quando há trovoadas?
- 6) Por que a trovoadas é uma descarga elétrica?
- 7) Qual a importância do fio terra?
- 8) Por que acontecem os choques elétricos?
- 9) Como se faz um circuito elétrico?
- 10) Como se faz para obter energia elétrica?
- 11) Qual a velocidade máxima que a energia elétrica atinge?
- 12) Quais são os componentes da energia elétrica?
- 13) Será que os choques elétricos podem magoar ou danificar pessoas e máquinas?
- 14) Como se forma a energia elétrica através das ondas, painéis solares e eólica?
- 15) Como funciona uma central elétrica? Sugestão de visita de estudo.
- 16) Como se distribui a eletricidade?
- 17) Por que é que os raios tendem a acertar sítios altos?
- 18) Quais os materiais que podem constituir um circuito elétrico além do metal?
- 19) Como é que a eletricidade se movimenta?
- 20) Quais as propriedades de um circuito elétrico?
- 21) Quando e como surgiu a eletricidade?
- 22) Por que há reação do nosso corpo ao choque elétrico?
- 23) Como é que por um simples fio passa a energia elétrica?
- 24) Porque é que quando falha a luz repentinamente podem danificar aparelhos domésticos ligados à corrente?

APENDICE L**Curiosidades da Turma 9B – trabalhou com cenário**

- 1) De que fatores depende um choque elétrico para ser perigoso?
- 2) Por que é que é perigoso ter água e eletricidade juntas?
- 3) Como é que um transformador consegue reduzir a potência da eletricidade?
- 4) Por que é que se deve desligar todos os aparelhos quando há trovoadas?
- 5) Por que é que ocorrem choques elétricos?
- 6) Por que é que quando uma lâmpada se funde, as outras e os eletrodomésticos continuam a funcionar?
- 7) Por que é que ocorrem curtos circuitos?
- 8) Porque é que a água provoca um curto-circuito?
- 9) Por que é que a eletricidade vai a baixo quando estão ligados muitos aparelhos?
- 10) Por que é que as lâmpadas se fundem?
- 11) Por que é que o ferro de passar precisa de corrente elétrica?
- 12) Por que há materiais que deixar passar a eletricidade e outros não?
- 13) O que é um transformador, para que serve e quando é utilizado?
- 14) Se tivermos um fio com eletricidade e sem isolamento, se o tocarmos o choque será maior com ou sem unidade?
- 15) Porque é que o choque faz arrepiar os cabelos e em alguns casos pode ser fatal?
- 16) Como é que um choque pode reanimar uma pessoa?

APÊNDICE M

TABELA DE AVALIAÇÃO DA ABRP A PARTIR DOS QUESTIONÁRIOS

TURMAS 9.B e 9 A

PROFA. ESMERALDA ESTEVES

ASSUNTO: CIRCUITOS E CHOQUES ELÉTRICOS

9.B A TURMA QUE TRABALHOU COM O CENÁRIO

ALUNO (A)	ELABORAÇÃO DAS CURIOSIDADES	TRABALHO EM GRUPO RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS/AVALIAÇÃO GERAL DO PROCESSO
Estela	Demonstrou apatia pelo processo pois o considerou chato, aborrecido e trabalhoso. Por outro lado, considerou a possibilidade de ter as suas dúvidas esclarecidas. (valor epistêmico)	Teve uma avaliação positiva: desafiante, interessante, consensual, embora não tenha gostado de trabalhar em grupo.	Considerou-o como um aprofundamento dos conteúdos estudados.
Marcia	Considerou o ato de fazer perguntas como próprio dos professores e não dos alunos. Em relação ao conteúdo foi para ela ao mesmo tempo fácil, por ter certa familiaridade com o mesmo e difícil por desconhecê-lo em parte. Sobre os aspectos negativos ressaltados considerou algumas respostas “esquisitas”.	Foi avaliado de forma bem positiva, como desafiante e interessante. Por outro lado a sua declaração revela uma variação do humor, própria da idade: <i>“pesquisar ‘em grupo’ tem vários aspectos: hoje considero um desafio, amanhã é chato, mas no final é sempre bom aprender”</i> . Ressaltou que alguns elementos de outros grupos se sentiram prejudicados pela avaliação da professora, pois não consideraram justos serem responsabilizados pelo mau desempenho de alguns.	Classificou o momento propício para o exercício de uma boa apresentação oral. <small>Nota: Demonstrou segurança na sua exposição e argumentação. A aluna foi, em minha opinião, a que melhor se apresentou dentre todos os alunos das duas turmas.</small>
Cristina	Teve como uma oportunidade de aprender mais a partir da pesquisa.	Considerou o trabalho em grupo facilitador e uma oportunidade de	O processo ajudou a apresentação dos resultados

	Sobre as perguntas variou entre fácil, por considerar saber mais de determinados assuntos, difícil para encontrar respostas para algumas, além de aborrecido.	aprender mais sobre o conteúdo. Considerava chato não encontrar com facilidade algumas respostas e até algumas não conseguiu respondê-las. Avaliou de forma positiva o trabalho em grupo tendo em vista uma oportunidade de discutir com os colegas as questões e as perguntas e até reformulá-las para compreendê-las melhor.	tendo em vista as suas etapas de formulação das curiosidades, investigação e a pesquisa em várias fontes de informação
Paulo	Considerou animador ter que trabalhar com as suas curiosidades, o que facilitou a compreensão do conteúdo estudado.	Sobre o trabalho em grupo considerou que foi um desafio e bom para aprender “porque fomos nós que tivemos de obter as respostas”. A discussão em grupo acrescentou uma mais-valia a sua aprendizagem, no sentido de reformular as suas idéias sobre as respostas aos problemas. Só apontou aspectos positivos no trabalho em grupo como divertido, útil, animador e uma oportunidade de estudar em grupo.	Neste item demonstrou uma grande aceitação ao processo ressaltando que permitiu ao mesmo entender melhor os assuntos, esclarecer as minhas dúvidas, ajudar os colegas e pesquisar respostas em várias fontes de informação.
Vicente	Avaliou de forma positiva ter uma oportunidade de apresentar as suas curiosidades sobre um assunto que sempre queria saber. Por outro lado, ao deparar-se com respostas que teve dificuldades de entender, considerou que o professor poderia lhe explicar: <i>“Porque haviam coisas na internet relacionado com a eletricidade que</i>	Considerou interessante ter que trabalhar em grupo, gostou de pesquisar as respostas, mas voltou a ressaltar a importância do professor em “explicar melhor”. Caracterizou o trabalho do grupo como uma oportunidade de discussão de respostas para o estabelecimento de um consenso, embora, numa aparente	Foi considerada como uma oportunidade de aprender melhor e voltou a ressaltar que não gosta de trabalhar em grupo.

	<i>acho que um professor podia explicar melhor”. (Valor epistêmico)</i>	contradição, tenha afirmado não gostar de trabalhar em grupo.	
Sandra	Considerou que as suas principais dúvidas sobre o assunto foram respondidas e ainda considerou fácil trabalhar com as suas curiosidades tendo em vista que já as tinha a algum tempo (valor epistêmico)	O trabalho em grupo foi desafiante. Por outro lado ressaltou que não foi fácil encontrar respostas a todas as perguntas. Enfatizou o consenso, a cooperação, a responsabilidade e a interação entre os componentes como as qualidades do trabalho em grupo	Foi um momento de esclarecimentos das suas dúvidas
Fatima	Considerou que o trabalho com a curiosidade tornou mais fácil estudar a eletricidade, pois as curiosidades que já tinha foram esclarecidas. (valor epistêmico)	Demonstra um humor bastante variável. Considerou no início interessante e útil ter que trabalhar em grupo. Entretanto com o passar do tempo ficou aborrecida. Ressaltou a importância da discussão em grupo como elemento chave para reformular as suas ideias sobre as respostas.	Permitiu-lhe entender melhor o assunto ao esclarecer as suas dúvidas e aprender mais.
João	Considerou que aprendeu mais, embora admitisse que não tinha muitas curiosidades.	Considerou o trabalho em grupo desafiador e cansativo, pois até então não tinha trabalhado assim nem estudado antes o assunto dessa forma. Ressaltou o aspecto consensual do trabalho em grupo no sentido de chegar a uma resposta para as curiosidades, mas por outro lado demonstrou uma inquietação com o momento ao afirmar que: “ <i>não se devia trabalhar em grupo quando é para fazer um trabalho que conta</i>	Permitiu entender melhor o assunto.

		<i>como teste”.</i>	
Ana Luíza	Apontou o lado positivo da investigação pela curiosidade. Para a aluna facilitou a sua compreensão do assunto. Considerou positiva a dinâmica da ABRP, pois aprovou o fato de ter que pesquisar na internet.	Gostou de trabalhar em grupo, pois ajudou a responder as suas curiosidades e chegar a um consenso quanto as respostas encontradas.	Permitiu o esclarecimento das suas dúvidas.
Ricardo	Considerou o trabalho com a curiosidade objetivo, direcionado as suas dúvidas e interesses. Demonstrou também interesse no tema. Ressaltou uma insegurança com relação a resposta a algumas questões. (valor epistêmico)	Considerou o trabalho em grupo um desafio, em razão de está habituado ao professor dar a resposta. Ressaltou ainda que o trabalho em grupo serviu como um momento consensual para a escolha da resposta, embora o caracterize como desnecessário. Frisou sua preferência por um teste.	Este momento serviu para pensar mais sobre o assunto.
Carlinhos	Interessante, pois o trabalho com a curiosidade permitiu a aluna está mais informada com o assunto, constitui-se num momento animador e respondeu algumas dúvidas que já tinha (valor epistêmico)	Foi um desafio. Não tinha idéia da resposta. Ressaltou que a discussão com o grupo a ajudou na resolução das curiosidades, formular novas e teve um caráter consensual em relação a escolha das respostas. Avaliou de forma bastante positiva o trabalho em grupo (divertido, animador, oportunidade de está em grupo)	Considerou o momento muito proveitoso para entender melhor o assunto, esclarecer as dúvidas, pensar mais e pesquisar respostas em várias fontes.

Turma 9.A – TURMA QUE TRABALHOU COM O TEMA

ALUNO (A)	ELABORAÇÃO DAS CURIOSIDADES	TRABALHO EM GRUPO RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS
Flávio	Considerou difícil elaborar curiosidades e estruturar a informação (talvez esteja se referindo ao momento da hierarquização)	Considerou um desafio e uma oportunidade de trabalhar em grupo, avaliando-o positivamente e serviu-lhe para formular outras curiosidades diferentes daquelas que tinha formulado individualmente.	Entendeu melhor o assunto pois lhe permitiu pensar mais sobre o mesmo
Julia	Achou difícil formular curiosidades, mas viu na atividade uma oportunidade de subir a nota. Considera por outro lado que formular curiosidade ajuda a compreender melhor o assunto.	Avalia que o trabalho em grupo o ajudou a responder as curiosidades. Avalia o trabalho em grupo de uma forma muito positiva (divertido, útil, animador e uma maneira de estudar em grupo).	Permitiu entender melhor o assunto e investigar as respostas apresentadas pelos colegas. Por outro lado, comenta que não gostou e o assunto é um pouco chato.
Cristiano	Achou interessante pois considerou uma oportunidade de resolver as suas dúvidas, embora avalie que ao pesquisar as respostas “ <i>não sabia o que estava mais correto</i> ”. Considera ainda que não resolveu todas as suas dúvidas e aponta que devia ser ministrada de outra forma (valor epistêmico) .	Foi uma oportunidade de estudar em grupo e reformular as respostas para as curiosidades. Sobre o trabalho em geral considera pouco interessante, não foi a melhor maneira de tratar o assunto e deveria ter sido realizada depois de abordada a matéria	Permitiu expressar-se melhor.
Marcio	“ <i>Pensei que ia ser muito mais complicado</i> ”. Considera bastante positiva o trabalho com as suas curiosidades, pois foi uma oportunidade de esclarecer as suas dúvidas. (valor epistêmico) .	Aponta que foi um desafio fazer perguntas e encontrar respostas e achou bastante positivo também trabalhar em grupo, pois o ajudou nas respostas.	Permite entender melhor o assunto. O trabalho em geral avalia que foi “o de melhor que podia ter”.
Ernesto	Considera bastante positivo trabalhar	Considera o trabalho do grupo	Permitiu entender melhor

	com a curiosidade pois proporciona uma oportunidade de saber melhor sobre o tema. O ato de formular questões foi considerado “fácil”, entretanto algumas foi difícil de formular.	consensual, e uma forma de aprender mais fácil e também ajuda a responder questões mais difíceis.	os assuntos.
Francisco	Acredita que formular curiosidades facilita aprender os conteúdos de ensino mas considera o ato ao mesmo tempo aborrecido.	Discutir os assuntos com o grupo ajuda a formular as idéias sobre o assunto. Mostra o trabalho como aborrecido e útil.	Permitiu entender melhor os assuntos e o trabalho com a curiosidade ajuda a expressar-se melhor.
Saulo	Considerou interessante trabalhar com as curiosidades, mas achou difícil, embora tenha apontado que algumas curiosidades foram fáceis de pesquisar. Apontou ainda que: <i>“nem tudo ficou perfeito em relação ao tema”</i> .	Julgou de forma bastante positiva o trabalho em grupo (divertido, útil, oportunidade de estudar e discutir em grupo). Uma oportunidade de reformular as suas respostas, as suas idéias e as suas curiosidades.	Conseguiu expressar-se melhor tendo em vista as atividades realizadas (formular curiosidades e trabalho em grupo)
Jandira	Achou um pouco complicado pois as curiosidades eram diversificadas, sentiu-se pouco habituada em trabalhar com as curiosidades. Considera por fim, que foi uma “capacidade” que aprendeu.	Foi um desafio encontrar as respostas as curiosidades. Teve uma característica consensual e foi ao mesmo tempo útil e cansativo. Prefere a professora explicando.	Constituiu-se numa oportunidade de pensar mais sobre o assunto.
Joelma	Achou positivo (bom) trabalhar com a curiosidade, embora não se mostrou habituada e considerou um pouco complicado pois não foram respondidas algumas questões.	Considerou ao mesmo tempo um desafio e um momento aborrecido, pois ao não encontrar algumas respostas sentiu-se “triste e desmotivada”. Por outro lado o trabalho serviu para formular questões diferentes e para ela foi útil e serviu para estudar em grupo, embora a relação com alguns componentes tenha sido difícil.	Serviu para entender melhor os assuntos e pensar mais sobre estes.
Rosinha	Não tinha muita curiosidade sobre o	Achou um desafio, considerando ser um	Permitiu entender os

	assunto, pois não tinha pensando antes sobre o mesmo. Admite que a curiosidade ajuda a entender o assunto mas considera o ato de formulá-la difícil.	processo difícil, embora tenha servido para formular curiosidades diferentes das suas e poder estudar em grupo, o qual teve um desempenho melhor no final.	assuntos e estudar mais
Severina	Considerou que facilita a compreensão do assunto, embora nunca tenha passado por esta experiência, o que para ela foi estranho. Foi uma experiência boa, embora não considere a melhor forma de ensinar.	Considerou um desafio e sentiu dificuldades de encontrar respostas às questões tendo servido para elaborar outras curiosidades. Mesmo em grupo não encontrou respostas as suas questões.	Permitiu se expressar melhor considerando as atividades que realizou.
Lucia	Considera que Facilita o trabalho e passou a conhecer as dúvidas dos colegas. Em alguns momentos achou difícil formular as curiosidades.	Considerou o trabalho em grupo ao mesmo tempo aborrecido, pois não encontrou algumas respostas e também desafiante e bom para aprender, pela oportunidade de ser a própria a formular questões e buscar as suas respostas. Por outro lado, respondeu não gostar de trabalhar em grupo.	Serviu para estudar mais, embora considerou que não foi a melhor maneira de aprender.
Láís	Não teve curiosidades sobre a matéria. Relatou que tinha dúvidas mas não sabia formulá-las.	Considerou difícil, pois não sentiu segurança nas respostas, embora apontou vários aspectos positivos do trabalho em grupo como: ajudar a responder as curiosidades, reformular algumas respostas e ter um caráter consensual. Considerou ainda cansativo mas divertido.	Pensou mais sobre o assunto
Vilma	Não se mostrou curiosa, pois não gostou do tema apresentado; considerou difícil e estranho fazer perguntas e ter que respondê-las	Apontou que foi interessante já que nunca tinha feito isso e neste momento do processo discutir as respostas em grupo teve um valor consensual, desde	Entendeu melhor sobre o assunto, pensou mais sobre o assunto, embora tenha apontado que

		que todos de fato trabalhem em prol do grupo.	prefere “aulas normais”, pois se aprende muito mais.
Beatriz	Apontou o trabalho como um forma de esclarecer as suas dúvidas e confusões embora considerou estranho o pedido de formular as suas curiosidades e nem sempre conseguir de fato estruturá-las por escrito. (valor epistêmico).	O trabalho em grupo foi difícil, tendo em vista que não tinha certeza das respostas. Por outro lado apontou aspectos positivos como ajudá-la nas respostas e inclusive reformular algumas e chegar a um consenso. Foi um misto de cansaço e diversão. Embora não considere a melhor forma de abordar a matéria.	Serviu-lhe para esclarecer as suas dúvidas e ainda estudar mais as respostas dos colegas.

ANEXOS

Escala utilizada nas estatísticas descritivas:

1= NR Não Responde/Não identifica; 2 = RP Responde Parcialmente; 3 = R Responde

Adequadamente; 98 = NRP Não Respondeu ao Problema/Item em branco ; 99 = NA Não se Aplica.

Há uma hierarquia, 1 é o menor valor, 3 é o maior valor. Quando a pessoa deixou o item em branco, é valor ausente, 98 (*missing*), se a curiosidade não foi aplicada para aquela turma, fica registrado como valor ausente (*missing*) do tipo não se aplica (NA).

Temos a pontuação média(*mean*) para cada item(problema, motivação, objetivo...) em cada curiosidade, o valor que divide a distribuição de dados em duas partes(*mediana-median*) e a pontuação mais comum naquele item(*moda-mode*). Há outras medidas de dispersão(*desvio-padrão* e *variância*) que acompanham os dados descritivos, bem como a soma de pontos(*sum*)no item da curiosidade questionário aplicado.

Estatísticas descritivas dos quatro questionários – Média, mediana e moda.

Correlações

Problema, motivação e objetivos

	Questionário 1 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,415**	,189	,470**
	N		53	52	53
Spearman's rho	Questionário 1 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	1,000	,281*	,317*
	N		53	52	53
	Questionário 1 item "Motivação" da Base	Correlation Coefficient	,281*	1,000	,422**

Orientadora de Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,044		,002
N		52	52	52
Questionário 1 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,317*	,422**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,021	,002	
N		53	52	53
Questionário 1 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient	-,122	,517**	,330*
	Sig. (2-tailed)	,390	,000	,017
N		52	52	52
Questionário 1 item "Condições da Ação" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,186	,309*	,344*
	Sig. (2-tailed)	,186	,026	,012
N		52	52	52
Questionário 1 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,303*	,334*	,451**
	Sig. (2-tailed)	,029	,016	,001
N		52	52	52
Questionário 1 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,455**	,200	,512**
	Sig. (2-tailed)	,001	,155	,000
N		53	52	53

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

OPERAÇÕES Ações e Conhecimentos

PROBELMA	Questionário 1 item	Correlation	-,122	,186	,303*
MOTIVAÇÃO E	"Problema" da Base	Coefficient			
OBJETIVOS	Orientadora da				
Spearman's rho	Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,390	,186	,029
		N	52	52	52
	Questionário 1 item	Correlation	,517**	,309*	,334*
	"Motivação" da Base	Coefficient			
	Orientadora de				
	Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,000	,026	,016
		N	52	52	52
	Questionário 1 item	Correlation	,330*	,344*	,451**
	"Objetivo" da Base	Coefficient			
	Orientadora de				
	Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,017	,012	,001
		N	52	52	52
	Questionário 1 item	Correlation	1,000	,452**	,240
	"Operações" da Base	Coefficient			
	Orientadora de				
	Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)		,001	,087
		N	52	52	52
	Questionário 1 item	Correlation	,452**	1,000	,328*
	"Condições da Ação" da	Coefficient			
	Base Orientadora da				
	Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,001		,018
		N	52	52	52

	Questionário 1 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,240 ,087 52	,328* ,018 52	1,000 52
	Questionário 1 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,184 ,192 52	,386** ,005 52	,732** ,000 52
pearman's rho	Questionário 2 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	1,000 48	,047 ,756 47	,429** ,002 48
	Questionário 2 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,047 ,756 47	1,000 47	,362* ,012 47
	Questionário 2 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,429** ,002 48	,362* ,012 47	1,000 48
	Questionário 2 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,097 ,515 47	,429** ,003 47	,415** ,004 47

Questionário 2 item "Condições da Ação" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,294* ,045	,137 ,358	,396** ,006
N		47	47	47
Questionário 2 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,446** ,002	,428** ,003	,467** ,001
N		47	47	47
Questionário 2 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,518** ,000	,164 ,272	,481** ,001
N		48	47	48

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Operações, ações e conheciment os	N		47	47	47
Spearman's rho	Questionário 2 item "Problema" da Base	Correlation Coefficient	,097	,294*	,446**

Orientadora da Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,515	,045	,002
N		47	47	47
Questionário 2 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,429**	,137	,428**
N		47	47	47
Questionário 2 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,415**	,396**	,467**
N		47	47	47
Questionário 2 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	1,000	,606**	,279
N		47	47	47
Questionário 2 item "Condições da Ação" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,606**	1,000	,382**
N		47	47	47
Questionário 2 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,279	,382**	1,000
N		47	47	47
Questionário 2 item "Resposta Adequada" da	Correlation Coefficient	,163	,456**	,766**

Base Orientadora da Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,274	,001	,000
N		47	47	47

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Questionário 3 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).
Kendall's tau_b	Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	1,000	,104	,375**
	Correlation Coefficient		,468	,006
	Sig. (2-tailed)			
N		47	46	47
Questionário 3 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	,104	1,000	,498**
	Correlation Coefficient	,468		,001
	Sig. (2-tailed)			
N		46	46	46
Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	,375**	,498**	1,000
	Correlation Coefficient	,006	,001	
	Sig. (2-tailed)			
N		47	46	47

	Questionário 3 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,179 46	,554** 46	,288* 46
	Questionário 3 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,411** 46	,201 46	,356** 46
	Questionário 3 item "Esquema de Resolução" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,104 46	,353* 46	,153 46
	Questionário 3 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,416** 47	,280* 46	,483** 47
Spearman's rho	Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	1,000 47	,108 46	,389** 47
	Questionário 3 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,108 46	1,000 46	,517** 46

Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,389** ,007	,517** ,000	1,000 ,000
N		47	46	47
Questionário 3 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,194 ,197	,564** ,000	,306* ,038
N		46	46	46
Questionário 3 item "Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,444** ,002	,213 ,155	,378** ,010
N		46	46	46
Questionário 3 item "Esquema de Resolução" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,109 ,472	,353* ,016	,159 ,291
N		46	46	46
Questionário 3 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,454** ,001	,296* ,046	,524** ,000
N		47	46	47

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

	N		46	46	46
Spearman's rho	Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,194	,254	,444**
		Sig. (2-tailed)	,197	,088	,002
	N		46	46	46
	Questionário 3 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,564**	,072	,213
		Sig. (2-tailed)	,000	,634	,155
	N		46	46	46
	Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,306*	,094	,378**
		Sig. (2-tailed)	,038	,536	,010
	N		46	46	46
	Questionário 3 item "Operações" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient	1,000	,408**	,268
		Sig. (2-tailed)	.	,005	,072
	N		46	46	46
	Questionário 3 item "Condições da Ação" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient	,408**	1,000	,449**
		Sig. (2-tailed)	,005	.	,002
	N		46	46	46
	Questionário 3 item "Conhecimentos	Correlation Coefficient	,268	,449**	1,000

Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Sig. (2-tailed)	,072	,002	
N		46	46	46
Questionário 3 item "Resposta Adequada" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,130	,385**	,705**
N		46	46	46

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Spearman's rho	Questionário 3 item "Problema" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,109	,454**
	N		,472	,001
	N		46	47
	Questionário 3 item "Motivação" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,353*	,296*
	N		,016	,046
N		46	46	
Spearman's rho	Questionário 3 item "Objetivo" da Base Orientadora de Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,159	,524**
	N		,291	,000
	N		46	47
	Questionário 3 item "Condições da Ação" da Base Orientadora da Ação(BOA).	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	,133	,385**
	N		,379	,008
N		46	46	
Questionário 3 item	Correlation Coefficient	,270	,705**	

"Conhecimentos Necessários" da Base Orientadora da Ação(BOA).	N		,069	,000
			46	46

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Estudante * Identificação do Problema Crosstabulation

		Identificação do Problema					
		Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente	Total
Estudante	Pedro	1	2	7	0	0	10
	Maria	0	1	8	1	0	10
	Julia	0	4	5	1	0	10
	Carolina	1	3	4	2	0	10
	Célia	1	8	1	0	0	10
	José	5	5	0	0	0	10
	Cecília	4	3	0	3	0	10
	Marta	1	7	0	2	0	10
	Rafael	1	5	3	0	1	10
	Total	14	38	28	9	1	90

Estudante * Apresenta uma Motivação Crosstabulation

Count		Apresenta uma Motivação				
		Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Total
Estudante	Pedro	1	2	7	0	10
	Maria	1	0	8	1	10
	Julia	3	2	5	0	10
	Carolina	5	0	4	1	10
	Célia	9	0	1	0	10
	José	4	5	0	1	10
	Cecília	3	6	0	1	10
	Marta	2	8	0	0	10
	Rafael	2	4	3	1	10
	Total	30	27	28	5	90

Estudante * Descreve o Objetivo da Ação Crosstabulation

Count		Descreve o Objetivo da Ação					
		Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente	Total
Estudante	Pedro	1	0	7	2	0	10
	Maria	1	0	8	1	0	10
	Julia	2	2	5	1	0	10
	Carolina	4	1	4	1	0	10
	Célia	5	4	1	0	0	10
	José	5	5	0	0	0	10
	Cecília	3	4	0	3	0	10
	Marta	3	7	0	0	0	10
	Rafael	2	3	3	0	2	10
	Total	26	26	28	8	2	90

Estudante * Descreve as operações a serem realizadas Crosstabulation

Count	Descreve as operações a serem realizadas						Total
	Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente		
Estudante Pedro	0	2	7	0	1	10	
Maria	0	1	8	1	0	10	
Julia	1	3	5	1	0	10	
Carolina	4	1	4	1	0	10	
Célia	0	8	1	0	1	10	
José	4	5	0	1	0	10	
Cecília	3	4	0	3	0	10	
Marta	0	8	0	0	2	10	
Rafael	0	5	3	0	2	10	
Total	12	37	28	7	6	90	

Estudante * Descreve as condições que interferem na ação Crosstabulation

Count	Descreve as condições que interferem na ação							Total
	Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente	Descreve		
Estudante Pedro	0	1	7	1	0	1	10	
Maria	0	2	8	0	0	0	10	
Julia	2	2	5	1	0	0	10	
Carolina	0	5	4	1	0	0	10	
Celia	1	6	1	2	0	0	10	
José	0	9	0	1	0	0	10	
Cecília	1	5	0	4	0	0	10	
Marta	0	6	0	0	4	0	10	
Rafael	0	4	3	0	3	0	10	
Total	4	40	28	10	7	1	90	

Estudante * Descreve as estratégias de ação Crosstabulation

Count		Descreve as estratégias de ação					
		Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente	Total
Estudante	Pedro	0	2	8	0	0	10
	Maria	0	2	8	0	0	10
	Julia	2	2	5	1	0	10
	Carolina	1	3	4	2	0	10
	Célia	1	8	1	0	0	10
	José	2	8	0	0	0	10
	Cecília	0	9	0	1	0	10
	Marta	0	9	0	0	1	10
	Rafael	1	6	3	0	0	10
	Total	7	49	29	4	1	90

Estudante * Apresenta os resultados esperados Crosstabulation

Count		Apresenta os resultados esperados					
		Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Não Apresenta	Total
Estudante	Pedro	0	0	8	0	2	10
	Maria	0	2	8	0	0	10
	Julia	1	3	5	1	0	10
	Carolina	2	3	4	1	0	10
	Célia	4	5	1	0	0	10
	José	3	7	0	0	0	10
	Cecília	0	10	0	0	0	10
	Marta	1	9	0	0	0	10
	Rafael	0	7	3	0	0	10
	Total	11	46	29	2	2	90

Estudante * Apresenta um plano de ação Crosstabulation

Count		Apresenta um plano de ação				
		Sim	Não	Não Respondeu	Não Apresenta	Total
Estudante	Pedro	0	0	8	2	10
	Maria	0	2	8	0	10
	Julia	0	5	5	0	10
	Carolina	3	3	4	0	10
	Célia	2	7	1	0	10
	José	0	10	0	0	10
	Cecília	0	10	0	0	10
	Marta	0	10	0	0	10
	Rafael	0	7	3	0	10
	Total	5	54	29	2	90

Estudante * Dar uma resposta adequada ao problema Crosstabulation

Count	Dar uma resposta adequada ao probela							Total
	Sim	Não	Não Respondeu	Em parte	Parcialmente	Em parte. Não considera outras possibilidades		
Pedro	0	0	8	1	0	1	10	
Maria	0	0	8	0	0	2	10	
Julia	0	3	5	2	0	0	10	
Carolina	0	4	3	2	0	1	10	
Célia	0	8	1	0	0	1	10	
José	6	3	0	1	0	0	10	
Cecília	2	5	0	3	0	0	10	
Marta	0	8	0	0	2	0	10	
Rafael	0	5	4	0	1	0	10	
Total	8	36	29	9	3	5	90	

Potencialidades da Pergunta e da Curiosidade Científica e suas Inter-Relações na Educação em Ciências

Petronildo Bezerra da Silva¹, Francislê Neri de Souza², Patrícia Smith Cavalcante³ e Laurinda Leite⁴

¹Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Brasil. E-mail: npk@bol.com.br.
 Universidade de Aveiro, Portugal. Universidade do Minho, Portugal. E-mail: fns@ua.pt.
³Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Brasil. E-mail: patricia3smith@gmail.com.
 E-mail: lleite@ie.uminho.pt

Resumo: O ato de formular perguntas pode estimular o raciocínio, a capacidade de resolver problemas e de refletir. A necessidade de fomentar um ambiente propício à formulação de perguntas, parece ser um caminho para que as salas de aula de ciências sejam de fato acolhedoras de uma proposta de ensino coerente com as pesquisas mais recentes. Segundo os aportes teóricos discutidos neste artigo, tal ambiente pode ser estruturado do ponto de vista do seu conteúdo pedagógico por meio da curiosidade científica dos alunos, dada as suas características, potencialidades e valor epistemológico. Nesse sentido, este artigo tem como objetivos: apresentar e discutir as investigações sobre o questionamento dos alunos e, a partir do esboço deste quadro teórico, apontar as inter-relações que se estabelecem entre a pergunta e a curiosidade científica e o aproveitamento que podemos fazer de ambas para a educação em ciências. Este trabalho também apresenta ainda alguns encaminhamentos para a pesquisa com estas duas temáticas.

Palavras-chave: epistemologia do questionamento, ensino de ciência, curiosidade científica.

Title: Question and potentialities of curiosity and thier relationships in Science Education

Abstract: The act of asking questions can stimulate thinking, skills to solving problems and reflect. The need to foster an conducive environment to asking questions, seems to be a way for science classrooms are actually a coherent proposal for teaching consistent with the latest research. According to the theoretical framework discussed in this paper, such an environment can be structured in terms of its educational content through scientific curiosity of students, given their characteristics, potential and epistemological value. Thus, this paper aims: to present and discuss research on students questioning and, from the outline of this construction, point out the inter-relationships established between questions and scientific curiosity and use what we can do with both for science education. This work also presents some directions for research on these two topics.

Keywords: questioning epistemology, science education, scientific curiosity.

Introdução

A ciência é uma maneira de coordenar o pensamento e a ação diante do desconhecido. O ensino de ciências deve oportunizar aos estudantes a possibilidade de desenvolver atitudes que despertem a inquietação diante do novo (Bizzo, 2007). É importante o professor propor situações nas quais os estudantes reflitam, e possam procurar por explicações, levantar hipóteses, expor e discutir suas ideias. A curiosidade seria um excelente ponto de partida para esse trabalho, pois a curiosidade caracterizada como busca pelo conhecimento, seria a fonte geradora da vontade de investigar.

Os parâmetros curriculares para o ensino de ciências de vários países Brasil (1997), DEB (2001) afirmam que incentivar as atitudes de curiosidade dos alunos, a persistência na busca e compreensão das informações, deveria ter lugar privilegiado no processo ensino e de aprendizagem. Neste sentido é fundamental reconhecer a importância dos conceitos científicos e sua inter-relação com o cotidiano, os quais podem acontecer por meio da curiosidade científica e do estabelecimento do questionamento em sala de aula e fora dela.

No entanto, o que nos temos na maioria das escolas é um ensino de ciências cristalizado de conceitos prontos. Ao se referir ao ensino de ciências que visa a participação do aluno no processo de construção do conhecimento, Carvalho (2006) escreve que esse tipo de ensino deve possibilitar aos alunos a construção de argumentos sólidos que promovam o questionamento diante de realidade.

Morin (2003) sentenciou que a escola "mata" a curiosidade das crianças.

O contato com um mundo desconhecido estimula a criança a perguntar, surgindo desta forma a necessidade de entender e desvendá-lo. Assim, entendemos que explorar e valorizar a curiosidade das crianças desperta maior interesse delas pelas aulas de ciências.

Para proporcionar a formação de um ambiente escolar que promova um pensamento crítico e reflexivo por meio do questionamento, podemos nos orientar nos aportes teóricos construídos pela literatura científica da área de ensino de ciências que trata das potencialidades da pergunta do aluno e das possibilidades de diálogo e pensamento epistêmico que podem se materializar por meio da curiosidade dos estudantes.

A pergunta traz o estudante para o centro do processo de produção de conhecimento na sala de aula, orientando o seu próprio pensamento. Por outro lado, também permite uma auto-avaliação do professor no sentido de que indica os caminhos que pode tomar no desenvolvimento do seu conteúdo, estabelecendo também relações com outros conteúdos, embora esta seja uma situação ainda pouco explorada pelos alunos e até pouco permitida ou utilizada por muitos professores. Da mesma forma, pouco explorada é a curiosidade dos alunos como um meio de fomentar o interesse nas ciências, desde as séries iniciais às mais avançadas do Ensino Básico e também no Ensino Superior.

Sobre esta questão do não incentivo ou valorização da curiosidade dos alunos, Freire (1996) escreve que quem acaba inibindo a curiosidade do educando, acaba impedindo também a própria curiosidade.

Como professor devo saber que sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino [...] é preciso, indispensável mesmo, que o professor se ache 'repousado' no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano (Freire, 1996, p. 96).

Neste trabalho, pretendemos fazer inicialmente uma caracterização entre a pergunta, enquanto linha de pesquisa já consolidada dentro da área de ensino das ciências e a curiosidade científica como uma linha em ascensão e como uma característica humana valiosa que vai além de uma mera experimentação ou satisfação dos sentidos e se afirma como dialógica e epistêmica. Esse quadro inicial nos ajudará a estabelecer as inter-relações entre as duas temáticas. Tanto os estudos sobre a pergunta em sala de aula como a curiosidade científica dos alunos parecem ser uma maneira de suscitar conteúdos e metodologias de ensino que podem melhorar as aulas de ciências.

Neste sentido, dois posicionamentos são defendidos neste trabalho. O primeiro compõe-se do compromisso didático-pedagógico para o surgimento da pergunta em sala de aula. Para isso dois fatores são importantes: a construção de um ambiente que propicie o aparecimento da pergunta, o que podemos presumir

que este ambiente deve ser dotado de recursos didáticos adequados a esta finalidade e um segundo que seria o compromisso do professor para o incentivo da pergunta em sala de aula. A permanência e integração desses dois fatores levaria a formação de um ambiente ativo de aprendizagem que se configuraria na conjugação de materiais, métodos e postura pedagógica do professor.

O segundo seria a “qualificação” dessa pergunta. Uma pergunta que leve ao questionamento crítico deve ter um alto nível cognitivo, a qual proporciona a construção de modelos e explicações abstratas características importantíssimas para a aprendizagem científica. Tal posicionamento decorre de análises cognitivas desenvolvidas por Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl (1956) e Biggs (1999) e refletem as potencialidades que uma pergunta pode proporcionar do ponto de vista da aprendizagem cognitiva.

Um outro caminho pedagógico que o artigo sugere é que essa qualificação pode ser preenchida pela curiosidade científica dos alunos. Diversos autores (Freire, 1996; Freire & Faundez, 1985; Schmitt & Lahroodi, 2008; Assmann, 2004), mostram os valores e as potencialidades pedagógicas da curiosidade como um elemento do qual, tanto alunos como professores podem se apropriar, a partir do estabelecimento de uma relação dialógica em sala de aula. Para estes autores também representa uma disposição para aprender, uma busca do conhecimento, um questionamento que procura explicações para uma parte específica do objeto a ser conhecido e não para as suas generalidades.

Nesse sentido é importante frisar a polissemia que o termo curiosidade suscita. Assmann (2004) comenta que a curiosidade não é um termo unívoco, e dessa forma pode ser compreendido como uma motivação e orientação para aprender, expressão da vontade de fazer perguntas, impulso para experimentar o novo e o desconhecido, um desejo e cuidado de conhecer de acordo com a semântica latina - *curiositas*. Neste trabalho, a curiosidade toma um sentido mais epistemológico, como um esforço humano de conhecer, como defendido por Schmitt & Lahroodi (2008), ou seja, não é qualquer vontade de conhecer que de fato constitui uma aprendizagem, leva a construção de um pensamento, mas aquela curiosidade que se constitui tenaz, objetiva, efetiva na sua orientação ao objeto. Este trabalho vai mais além, no sentido dialético, ao admitirmos que esse ato de conhecer não se restringe ao campo da mente, mas pressupõe uma ação a ser desenvolvida pelo sujeito que, ao agir sobre a realidade material que o objeto expressa, constrói uma ação que encerra as características e conceitos que permite a compreensão do significado do objeto, a sua consequente transformação, bem como o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla da realidade na qual a relação sujeito-objeto se insere.

Dessa forma, este artigo pretende especificamente discutir os caminhos possíveis para a construção de um ambiente fecundo de aprendizagem que leve o aluno a pensar, não envolve apenas situações externas em que são exigidos a conjugação de pensamento e ação mas que concentre fundamentalmente uma leitura crítica de mundo. Neste sentido, iniciaremos o debate apresentando os estudos com a pergunta em sala de aula, que em parte se concentram na análise dos tipos de questionamento que aparecem na interação pedagógica de sala de aula, os valores epistêmicos e pedagógicos da curiosidade e as perspectivas de pesquisa com essas temáticas.

Padrões de Questionamento na Interação Pedagógica

Formular perguntas reflexivas é uma das atividades mais importantes da ciência, por isso o questionamento é fundamental para os processos de ensino e aprendizagem de ciências. A formulação de boas perguntas é um ato criativo e

constitui-se num instrumento para aprender ciência, aprender sobre ciência e aprender a fazer ciência. Formular perguntas ajuda-nos a dar sentido ao mundo e a atribuir significado às informações e aos contextos em que vivemos. Bachelard (1998) aponta a necessidade de valorizar a pergunta e o questionamento mais do que a resposta para a formação de um espírito científico.

Considerando que a construção do conhecimento implica reflexão e que as perguntas dos alunos podem ser um indicador da organização ou reorganização do seu conhecimento individual, Neri de Souza (2006) apresenta diversas investigações que reforçam o fato de os alunos serem solicitados e encorajados a formular perguntas escritas e/ou orais, em alguns momentos das aulas, estimula fortemente a sua capacidade de pensar e de aprender ativamente.

Outra dimensão importante quando se fala no questionamento em contextos pedagógicos é que as perguntas dos alunos podem revelar ao professor as ideias, as concepções (alternativas ou não) e os esquemas mentais que estes trazem para a sala de aula, mas também os seus conflitos cognitivos ao aprender novos conceitos.

Provavelmente por estas e outras razões é que Freire & Faundez (1985, p. 23) consideram que é “profundamente democrático” aprender a perguntar e que todo o conhecimento começa pela pergunta. Sendo o questionamento um elemento tão importante na interação pedagógica entre professores e alunos, qual é o padrão de questionamento em sala de aula? Como a investigação tem tratado com esta importante área? Como os professores e alunos perguntam?

Concordamos com Freire & Faundez (1985, p. 23) quando afirmam que infelizmente no ensino esqueceram-se das perguntas. Chegam a afirmar que hoje “o ensino, o saber, é resposta e não pergunta”, e que este “movimento unilinear” é a “castração da curiosidade” porque o educador geralmente já trás respostas prontas sem que haja uma demanda por parte do aluno. Os alunos não perguntam nada, não foram despertados, não tem curiosidade, e então o sistema educacional oferece respostas a perguntas não incentivadas. Não é de admirar que o recurso final dos alunos é memorizar tudo e reproduzir. Nas palavras Freire & Faundez (1985, p. 24): “somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas, e não o contrário: estabelecer as respostas, com o que todo o saber fica justamente nisso, já está dado, é um absoluto, não cede lugar à curiosidade nem a elementos por descobrir”.

A relação entre pergunta e curiosidade no pensamento destes educadores é que “curiosidade é uma pergunta” (Freire & Faundez, p. 24) e acrescentam:

A curiosidade do estudante às vezes pode abalar a certeza do professor.

Por isso é que, ao limitar a curiosidade do aluno, a sua expressividade, o professor autoritário limita a sua também. Muitas vezes, por outro lado, a pergunta que o aluno, livre para fazê-la, faz sobre um tema, pode colocar ao professor um ângulo diferente, do qual lhe será possível aprofundar mais tarde uma reflexão mais crítica (Freire & Faundez, 1985, p. 23).

Diversas investigações, em diferentes níveis de ensino, indicam que os professores dominam o discurso em sala de aula e que formulam muitas perguntas, enquanto os alunos evitam formular perguntas (Almeida & Neri de Souza, 2010; Dillon, 1988; Pedrosa de Jesus, 1991; Susskind, 1969, 1979). Almeida & Neri de Souza (2010) chegaram a conclusão na sua investigação que o perfil de questionamento dos professores e alunos eram similares a de outras investigações relatados na literatura nas últimas décadas. Neste caso, os professores formularam, em média, uma ou duas perguntas por minuto, ou seja, uma média de mais de 40 perguntas por hora, enquanto os alunos formularam

poucas perguntas. Em muitas investigações as perguntas dos alunos não ultrapassam uma média de 2 ou 3 por semana. Além da grande quantidade, as perguntas dos professores são de baixa qualidade cognitiva e não é concedido tempo de espera para que os alunos pensem para responder.

Porque é que os estudantes fazem tão poucas perguntas, contudo, parecem ter latente uma enorme curiosidade? Dillon (1981) constatou que os estudantes receiam fazer perguntas, sobretudo por causa de experiências negativas anteriores vinda da parte dos professores e colegas. De acordo com vários autores (Graesser & McMahan, 1993; Graesser & Person, 1994), a baixa frequência e qualidade das perguntas dos alunos pode ser atribuída a barreiras em três níveis diferentes: i) dificuldade em identificar a própria falta de conhecimento; ii) barreiras sociais; iii) dificuldade ou falta de capacidade de formular perguntas de qualidade.

Outros autores contudo, propõem outras razões, que procuram explicar o baixo índice de perguntas dos alunos, mas todos concordam que, para que os alunos possam formular perguntas reflexivas é necessária uma atmosfera de confiança onde os estudantes possam expor os seus pensamentos sem constrangimento (Neri de Souza, 2006; Watts, Alsop, Gould, & Walsh, 1997). Como a confiança é um dos ingredientes necessários para facilitar o questionamento, uma atmosfera favorável deve ser criada para que os alunos possam expressar seus problemas de aprendizagem com segurança. É necessário *encorajar* a geração positiva de perguntas; *desenvolver* inovações na configuração dos cursos e planejar procedimentos que tenha um amplo alcance nos métodos de aprendizagem, em particular, o uso de novas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) para facilitar as interações professor-aluno mesmo nos momentos fora da sala de aula. É necessário também *explorar* maneiras de prover apoio académico para as perguntas dos alunos.

O fato dos alunos não expressarem com grande frequência as suas perguntas em sala de aula, não quer dizer que não exista todo um processo complexo ou estado interrogativo a desenvolver-se internamente. De acordo com Neri de Souza (2006) antes da pergunta ser expressa, esta passa por pelo menos três etapas: i) Conhecimento, ii) Personalidade e iii) Ambiente (ver Figura 1). Este autor alerta que não devemos confundir estes fatores que influenciam o questionamento dos alunos com barreiras que o impedem de questionar.

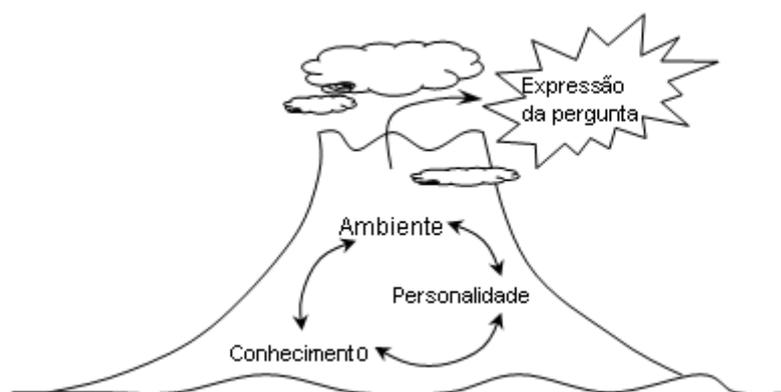


Figura 1 - Elementos que concorrem para expressão da pergunta (Neri de Souza, 2006, p. 117)

Para este autor, podemos olhar para este sistema basicamente de duas formas. A primeira como etapas a percorrer por determinada ordem (Conhecimento, Personalidade e Ambiente) até que a pergunta seja expressa, e

a segunda como a interação destas variáveis de forma sinérgica, como indica as setas da Figura 1.

Observando este esquema podemos ter uma apreciação da importância da pergunta expressa e de quão difícil é para o aluno a conjugação de todos estes fatores. Portanto, uma pedagogia das perguntas dos alunos deve estar fundamentada na valorização e encorajamento das suas perguntas, no intuito de valorizar e manter um ambiente ativo de aprendizagem, apoiado na diversificação de instrumentos e estratégias para a promoção de competências.

A curiosidade científica faz parte do processo da aprendizagem ativa e pode promover o desenvolvimento de competências conforme as orientações curriculares do Brasil (Brasil, 1997) e de Portugal (DEB, 2001). Sem curiosidade o aluno não encontra significado e interesse em procurar respostas.

Freire (1996) enfatiza que a curiosidade é por natureza dialógica, fala e portanto quer ser ouvida. Daí a necessidade de o professor ter uma postura aberta ao diálogo, princípio tão defendido pelo autor. Claro que um ambiente de aprendizagem ativa requer outros elementos e recursos pedagógicos para a sua concretização como materiais didáticos apropriados ao questionamento e nível dos alunos.

É primordial o professor incentivar a pergunta entre os seus alunos como forma de permiti-lhes um pensamento crítico, questionador, para que os estudantes se desenvolvam intelectualmente. Dessa forma consideramos que a curiosidade faz parte do humano e no contexto da educação científica pode servir como um recurso valioso de aprendizagem.

Este posicionamento apoia-se também nas ideias de Freire (1996) sobre as possibilidades e potencialidades da curiosidade dos alunos, que a princípio pode apresentar-se ingênua mas que com a intervenção do professor transforma-se em um pensamento epistemológico, crítico. Outros argumentos em defesa da importância da curiosidade para aprender é exposto através do trabalho de Schmitt & Lahroodi (2008) que argumentam que nem toda curiosidade leva ao conhecimento, enquanto elemento questionador da realidade e fundamento para a elaboração de um novo pensamento. Estes autores apresentam as características do que considera uma curiosidade epistemológica como a tenacidade e a especificidade ao contrário da generalidade do conhecimento. Estas características serão esclarecidas mais adiante.

A curiosidade ao longo dos tempos e o seu valor pedagógico

Ao longo de toda a história da humanidade a curiosidade sempre esteve presente impelindo o ser humano à busca pelo saber e saber fazer. Na antiguidade, gregos e romanos já se aventuravam pelo desconhecido e pela vontade de abrir novos horizontes, produzindo assim a filosofia, a astronomia e a geometria. Na Idade Média a curiosidade foi reprimida com o apoio da igreja que ainda reforçava uma visão negativa da curiosidade Assmann (2004). O filme "O nome da rosa" mostra um pouco o poder da igreja em reprimir atos de curiosidade.

As expressões positivas da curiosidade científica foram ganhando terreno na Modernidade, e sua visão negativa foi sendo superada pela valorização do seu papel cognitivo. Através da expressão da curiosidade o ser humano passou a manifestar suas inquietações diante do mundo e a necessidade de compreendê-lo melhor. Por meio dela, expressa seus interesses, busca novos conhecimentos, reelabora o pensamento e constrói novos significados. Talvez não seja exagero dizer que o desenvolvimento industrial, a criação de máquinas e equipamentos que impulsionou a economia da Europa no século XIX durante a Revolução

Industrial, tenha sido fruto também da curiosidade de pessoas que viam naquele período efervescente a oportunidade de materializá-la e claro facilitada pelo ambiente social, político e econômico, presente na Inglaterra naquela época.

O desejo do homem de querer saber mais o conduz a pensar e perguntar. Como foi referido Freire & Faundez (1985), o ato de perguntar é fundamental para a formação do ser humano, e que a pergunta, como parte do existir humano está vinculada a curiosidade. Questionar e ser questionado é fundamental no processo de aprendizagem, pois ativa o raciocínio e estimula o desenvolvimento de diferentes atitudes como pesquisar e comunicar. Como afirmam Freire & Faundez (1985, p. 52): “Uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais, existenciais. É o próprio conhecimento”.

A infinidade de perguntas realizadas pelas crianças, expressa tentativas inteligentes de lidar com o novo, com os problemas, dúvidas e conflitos. No entanto, parece que no decorrer da vida escolar, estas crianças se tornam cada vez mais “mudas” de perguntas e curiosidades, sobrevivendo apenas uns poucos alunos que continuam a insistir em saber o “porquê” dos fenômenos da natureza.

A cada dia, o homem tem aprimorado sua capacidade de conhecer, aperfeiçoando seus métodos de aproximação aos objetos do conhecimento para melhor compreendê-los. Uma das características fundamentais nessa busca permanente do saber, que lhe possibilita a compreensão e a transformação de sua própria existência é a curiosidade, pois se constitui numa motivação para questionar, e que o impulsiona a superar os limites do que está posto, criando um terreno fecundo para a produção do conhecimento. Nesse sentido, Freire (1996) coloca a curiosidade como uma ferramenta importante para o professor exercer o diálogo em sala de aula. O autor enfatiza tal importância no sentido de que a curiosidade está sempre aberta ao desconhecido, quer sempre conhecer, está sempre disposta ao diálogo. Cabe ao professor permitir um ambiente em que seja possível a exposição da curiosidade por parte do aluno sem autoritarismos ou excessos de licenciosidades.

Freire (1996) coloca os saberes do senso comum dentro de uma categoria por ele denominada chamada “curiosidade ingênua” no sentido de dizer que aqueles saberes ainda não ganharam elementos críticos da realidade que encerra, ou seja, ainda não fazem uma leitura para além dos fatos imediatos. No entanto, se pensarmos nas características da curiosidade que crianças e adolescentes expõem na sala de aula, relativos aos conceitos científicos, podemos perceber que esta curiosidade vai um pouco mais além do que Freire classificaria como ingênua. Um professor atento, sensível e afetuoso para com a curiosidade dos seus alunos, perceberia que esta já traz algumas considerações que indicam relações importantes para o entendimento do fenômeno que o conceito expressa.

Podemos afirmar então que muitas perguntas consideradas “ingênuas” poderiam constituir uma oportunidade inicial para a construção progressiva de níveis cada vez mais elevados do conhecimento.

Muitas de nossas idéias e perguntas podem originar estudos científicos inovadores. Pietrocola (2006) comenta que a capacidade de produzir idéias para explicar o mundo vem garantindo a nossa sobrevivência. De fato, essa curiosidade que leva o homem a questionar o mundo e os fenômenos que o rodeiam, impelindo-o a uma busca pelo saber, vem impulsionando ao longo do tempo o desenvolvimento do conhecimento e é o que podemos chamar de curiosidade epistemológica, epistêmica ou científica. Assim, podemos dizer

também que esta curiosidade é imbuída de uma motivação para aprendizagem, que para alguns pode até ser apaixonante.

Iremos aprofundar a discussão sobre o conceito de curiosidade epistemológica na próxima sessão.

A curiosidade epistemológica (científica)

A curiosidade epistêmica, de acordo com Schmitt & Lahroodi (2008) representa um estado de prontidão para conhecer o objeto. Conecta-se com a atenção, pois na curiosidade atentamos para o objeto no intuito maior de conhecê-lo, no desejo de saber sobre algo. Assim, pela curiosidade, o desejo de conhecer surge não apenas pelo seu valor motivacional, mas por que coloca os indivíduos em estado de atenção. Ao mesmo tempo a curiosidade, sustentada pelo desejo de conhecer, garante o estado de atenção para com o objeto. Citando o exemplo da caixa de Pandora, Schmitt & Lahroodi (2008) descrevem as diversas situações em que a curiosidade pode se manifestar sem necessariamente ter um desejo de conhecer, no sentido de adquirir conhecimento. Assim, Pandora poderia querer abrir a caixa simplesmente para experimentar esse ato, para saber o que tem dentro da caixa (o significado do seu conteúdo), ou simplesmente ver o conteúdo do interior da caixa. Então, podemos salientar que a curiosidade como o desejo de conhecer o objeto pode ser diferente do desejo de viver a experiência do objeto (no sentido de experimentá-lo). Por outro lado, o desejo de conhecer o objeto está muitas vezes associado com a curiosidade de experimentar o objeto, no sentido de satisfazer o desejo cognitivo de manter contato com a realidade no qual tal objeto está inserido.

É importante salientar que esse desejo de conhecer não deve ser confundido com uma mera experimentação de sensações ou vivências sem atentar ou refletir sobre as características ou condições em que se encontra o objeto. Dessa forma, podemos afirmar que a curiosidade epistêmica se relaciona com o aspecto da curiosidade que trata de elucidar uma informação específica sobre o objeto, que proporcione uma satisfação sobre o que se quer aprender ou possa revelar outras nuances do objeto e não apenas conhecer sobre algo em geral. Esta é mais uma característica da curiosidade que revela o seu valor epistêmico.

Nesse sentido, a curiosidade científica é fundamental e determinante na “junção” de certa quantidade de conteúdo, coerência e poder explicativo, os quais se relacionam com aspectos do conhecimento científico, conduzindo-nos para investigar sobre certos assuntos que nos interessam e que a partir destes podem-nos levar a outros tópicos relacionados ou não. Facilita a aquisição de conhecimentos e representa um meio para a incorporação de novos elementos subjetivos importantes no desenvolvimento cognitivo dos alunos como o interesse, a percepção, o afeto e a atenção. Torna-se assim capaz de dar certa “especialização” aos conhecimentos considerados por nós como importantes, envolvendo tantos interesses práticos como interesses epistêmicos. Nesse sentido, Reino, (1997) associa o valor epistêmico da curiosidade às habilidades práticas que os trabalhadores podem desenvolver dentro das organizações, contribuindo para uma maior e melhor produtividade, e uma aprendizagem que se efetiva nos processos de socialização proporcionados pelo trabalho.

Como uma motivação de ver, sentir, provar, conhecer apenas a realidade imediata dos fatos, sem refletir as suas estruturas, relações e condições, quer naturais, quer materiais, quer culturais ou sociais, as quais determinam a ocorrência do fenômeno, não constitui uma curiosidade que leve a elaboração de

um conhecimento, o qual pode ser proporcionando pela curiosidade epistemológica, esta sim, reflexiva, questionadora e crítica.

O valor epistêmico da curiosidade se opõe a características que podemos dizer instrumentais, práticas e até superficiais sob os quais alguns parâmetros se sustentam para delimitá-la. A curiosidade congrega o seu valor epistêmico muito além de ser incentivadora da atenção dos alunos, ou que pode ser estimulada através de experimentos demonstrativos, atividades lúdicas, entre outros, que na prática escolar normalmente não encontram um trabalho subsequente e persistente, que considere o seu valor epistemológico e de fato contribua para a aquisição de conhecimentos por parte de jovens e crianças, o que acaba provocando a perda de suas características epistêmicas e até o interesse dos estudantes.

Este quadro inicial sobre a curiosidade epistêmica desenha os seus aspectos contingenciais e normativos, ou seja, nem todas as manifestações de interesse se caracterizam como uma curiosidade que levem a um conhecimento cientificamente configurado. Neste caso estamos falando do seu caráter normativo. Nem todo foco em determinados fenômenos podem suceder outras curiosidades, o que neste caso revela o seu caráter contingencial.

Nesse sentido os autores Schmitt & Lahroodi, (2008), descrevem algumas características importantes da curiosidade que lhe conferem grande valor epistêmico: i) a tenacidade da curiosidade, ii) o favoritismo por alguns tópicos de interesse prático ou epistêmico, iii) a curiosidade é amplamente independente do nosso interesse. A primeira destas características é a tenacidade, que representa o caráter contingencial da curiosidade. Por exemplo, podemos querer saber se o ouro se dissolve em água régia e tal interesse pode fazer com que busquemos saber também se a prata se dissolve na mesma solução. Portanto, esta tenacidade se refere ao conhecimento que pode está direta ou indiretamente relacionado com o objeto em questão, ou pelo menos do qual se espera alguma relação.

Podemos dizer então que a tenacidade caracteriza o valor epistêmico da curiosidade, mostrando-se extremamente importante no contexto do ensino e da investigação científica, pois pode revelar um grande corpo de conhecimentos relacionados ao assunto para o qual curiosidade deseja ser satisfeita. Outra característica importante da curiosidade epistemológica é voltar-se com atenção para o objeto a conhecer. Parece que quando estamos curiosos por, de fato, querer saber, conhecer, construir imagens sobre um determinado objeto, aquela curiosidade não nos sai da cabeça, até ser esclarecida. Parece que a curiosidade epistemológica é dotada de uma persistência, neste caso podemos dizer sadia, que nos mantém vigilantes para com o ato de pensar, refletir, conhecer.

Schmitt & Lahroodi, (2008), relacionam o valor epistêmico da curiosidade ao nível do desenvolvimento intelectual da criança proposto por Dewey (1985). Neste nível, a curiosidade de fato se estabelece como um desejo de conhecimento, fornecendo mais estímulos para a investigação. Talvez nesta fase a tenacidade da curiosidade já esteja presente na criança impulsionando-a questionar sobre assuntos do seu interesse e ajudando a promover o seu desenvolvimento cognitivo.

Na nossa leitura, o favoritismo e a independência funcionam de forma aparentemente antagônicas mas verdadeiramente complementares. O favoritismo compreende o interesse prático ou epistêmico por assuntos que sejam ontologicamente relevantes. Já o aspecto independente da curiosidade diz respeito a fatores que muitas vezes não buscamos conhecer mas que, quando diante de determinadas circunstâncias, move o nosso interesse. Por exemplo,

muitas vezes nos deparamos com acidentes nas estradas que não constitui atrativo comumente estético para apreciarmos. Entretanto o caráter independente da curiosidade sobressai e move-nos a satisfazer esse desejo de ver, independente do nosso interesse intrínseco.

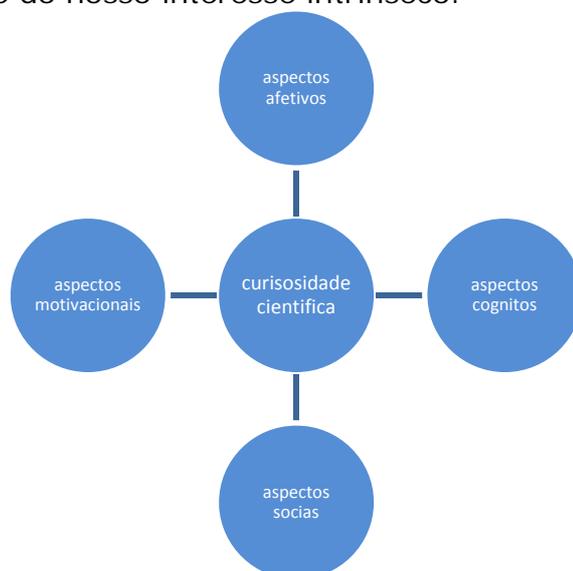


Figura 2: Domínios da curiosidade científica

Na figura 2 temos a demonstração de quatro aspectos aqui considerados importantes para a possibilidade de concretização da aprendizagem de conceitos a partir da curiosidade científica. Temos então: os aspectos motivacionais que abrigam o interesse pela informação a princípio desconhecida mas que precisa ser compreendida para que ocorra uma aprendizagem. Ao mesmo tempo esta necessidade suscita a seleção, interpretação, crítica e análise de situações, fenômenos, conceitos que se ligam ao domínio cognitivo da curiosidade. Dessa forma temos a integração dos aspectos motivacionais e cognitivos.

A curiosidade do aluno também traduz a sua relação com o conhecimento, que diz respeito a uma construção muito própria sua e que encerra aspectos afetivos, ao compreendermos esta construção como um valor que o aluno cultiva, para o qual o professor pode tornar-se atencioso e solidário. Daí temos a integração dos aspectos motivacionais, cognitivos e afetivos que a curiosidade científica expressa. Os aspectos sociais concretizam a base de todos esses aspectos se consideramos que estes podem ser alcançados nas relações sociais, na leitura de mundo que os estudantes fazem para compreender os fenômenos e das explicações que buscam na família, escola, amigos e comunidade.

Neste artigo, fazemos referência a curiosidade científica como um elemento motivador para aprender, podemos dizer que possui uma carga/energia dinâmica propulsora, uma força que se volta a realização de uma meta que no caso do ensino de ciências pode ser definida como uma meta de aprendizagem. É o interesse manifesto do sujeito sobre o que deseja aprender. Abreu (2002) chama atenção justamente para essa estrutura que se forma entre o sujeito motivado e o objeto/objetivo a alcançar ou aprender, ou seja, o seu inter+esse, recorrendo ao sentido etimológico da palavra.

Este mesmo autor comenta que, a partir da sua relação com o mundo, o sujeito constitui e aprende sobre os seus motivos, baseado nas suas necessidades biológicas, cognitivas e sociais. Dessa forma podemos dizer que a motivação constitui na sua origem uma característica também inata do ser humano e orienta o sujeito para o alcance dos seus objetivos, embora não

estabeleça uma forma determinada para tal finalidade. É justamente essa indeterminação que caracteriza a motivação humana com variadas repercussões. Uma destas repercussões é exatamente ocupada pela aprendizagem que organiza os instrumentos e as ações para a concretização e o alcance das metas estabelecidas pelos sujeitos. Essa característica da motivação apresentada por Abreu (2002) é também uma característica da curiosidade, como um meio de orientar os sujeitos no alcance dos seus objetivos e também de poder ser trabalhada nas aulas de ciências como uma forma de organizar o pensamento do aluno a partir dos seus próprios interesses.

Podemos considerar também que os instrumentos e ações terão uma referência no contexto sociocultural dos seus realizadores. Isto cria/ensina/atribui uma funcionalidade a maneira como o sujeito atua sobre a sua realidade, e torna-se um critério de redução e integração dessa funcionalidade a uma das três demandas básicas consideradas geradoras de motivação. Podemos assim trazer esses esclarecimentos para a compreensão do que caracteriza/constitui/define, pelos menos em alguns aspectos, a curiosidade científica dos alunos. Percebemos, a partir das colocações acima, que a curiosidade científica é dotada de uma necessidade cognitiva no que tange a compreensão de conjecturas/hipóteses que relacionam conceitos para a explicação de determinados fenômenos. É de natureza social, enquanto uma necessidade, pois precisa do diálogo, da relação com o outro, para estabelecer discussões e afirmações que ajude o aluno a construir essa curiosidade e ao mesmo tempo elucidá-la.

Trazendo essas características e potencialidades sociais, cognitivas, epistemológicas e educativas da curiosidade para o ensino de ciências, faz-se imperioso dar um tratamento adequado à curiosidade, uma vez que pode se constituir num referencial importantíssimo para o trabalho do professor. Muitas são as queixas dos alunos em relação ao ensino de ciências, pois é tratada de forma desvinculada de qualquer sentido e significado para os alunos. Por essa razão, diante dos argumentos até aqui colocados neste artigo fazemos a defesa de uma transformação de práticas e ambientes em que se desenvolvam o pensamento crítico do aluno ao criarmos um ambiente de aprendizagem ativa do qual a curiosidade científica faça parte.

As Inter-relações entre a pergunta e a curiosidade científica

Até aqui procuramos estabelecer as características da pergunta e da curiosidade científica segundo os estudos e pesquisas com as duas temáticas. Entretanto, um dos objetivos deste artigo e talvez o mais promissor, do ponto de vista da sua proposta ao falar para pesquisadores e professores da área de ensino de ciências, seja apontar e tentar estabelecer, a partir das características anteriormente descritas, as possíveis inter-relações ou intersecções existentes ou possíveis de se concretizarem na prática do ensino das ciências da natureza.

Uma das primeiras inter-relações que podemos estabelecer entre a pergunta e a curiosidade é a sua forma de expressão em sala de aula. Podemos dizer que essa inter-relação ou intersecção representa dois aspectos de uma mesma realidade que é a necessidade de aprender ciências dos estudantes. A curiosidade normalmente é expressa na forma de um questionamento. Às vezes é possível termos a curiosidade do aluno expressa como uma consideração sobre determinados fenômenos, procurando estabelecer relações de causa e efeito, e que por fim se encerra numa pergunta.

Uma outra inter-relação é que tanto a pergunta como a curiosidade encerram valores cognitivos que segundo as pesquisas podem ser de alto ou baixo nível cognitivo

Outra questão que advém das considerações realizadas neste artigo é que tanto a pergunta como a curiosidade podem se perpetuarem num ambiente em que há uma disposição para a sua valorização, um consentimento para a sua manutenção e permanência, como forma de conhecer e aprender melhor sobre ciências.

As pesquisas com perguntas foram desenvolvidas em ambientes formais de aprendizagem, com conteúdos disciplinares, ou em ambientes informais de aprendizagem mas que traduzem conteúdos formais para a aprendizagem de ciências, como museus e feiras de ciências. A curiosidade se relaciona ou pode se relacionar com conteúdos curriculares a medida que expressa situações cotidianas vivenciadas pelos alunos e também como expressão da leitura de mundo desses alunos.

Podemos dizer também que tanto a pergunta do ponto de vista do seu domínio cognitivo, que traz um aporte de conhecimento a ser assimilado, como a curiosidade científica que revela um valor epistêmico, são recursos (fontes) de aprendizagem não apenas pelas características em si, mas que podem ser construídas e valorizadas através da relação professor-aluno em sala de aula. Parece-nos que uma relação voltada para a abertura ao questionamento, seja ele curioso ou não, é de fundamental importância para o desenvolvimento do pensar com os corações e mentes da ciência. É preciso para isso o professor querer, saber e construir uma postura dialógica em sala de aula.

Dessa forma, o estudo da curiosidade científica nas salas de aula de ciências acrescenta às pesquisas com a pergunta, as quais investiga entre outros fatores a extensão cognitiva desta, o aspecto epistêmico de conhecer a realidade como também o valor psicológico, intrínseco e motivador do estudante em manter-se ativo para aprender, bem como o papel que exerce na aquisição dos conceitos científicos. Outras inter-relações podem ser estabelecidas nos processos de ensino-aprendizagem de ciências. É o que discute o tópico a seguir.

Estratégias e Instrumentos para o Desenvolvimento de Processos de Ensino-Aprendizagem

O que podemos construir a partir das considerações feitas até aqui para os processos de ensino e de aprendizagem? O questionamento como processo epistêmico ou como ferramenta pedagógica tem as suas bases na problemática que discute a importância da epistemologia e da pedagogia. É necessário compreender estas duas dimensões se queremos usar o questionamento como um processo de ensino e de aprendizagem. Na visão de Ikuenobe (2001) existe uma conexão teórica entre o processo ou método de construir conhecimento (epistemologia) e os instrumentos e métodos de ensino (pedagogia). Portanto, necessitamos compreender qual é a lógica, função e natureza epistemológica do questionamento com vista na sua articulação no processo educacional da construção do conhecimento.

Ikuenobe (2001, p. 325) compreende que o processo de questionamento envolve uma sequência lógica de perguntas-respostas abertas, e este questionamento é um processo epistêmico do pensamento crítico. Em suas palavras acrescenta: "The process of questioning — for the purpose of eliciting information and adequate justifications — represents an epistemic attitude which is necessary for critical thinking. Such attitude is often what teachers want to engender in students as critical thinkers".

Segundo este mesmo autor, o processo de questionamento implica a recorrência de evidências, argumentos e contra-argumentos, ou seja, estamos a tratar com pensamentos ou factos que podem ser falsos, falíveis. Assim, a natureza lógica do processo de questionamento tem subjacente às ideias filosóficas do falibilismo. Ou seja, “the epistemic standard of fallibilism which is parasitic on this idea or fact about human fallibilism provides a theoretical motivation for critical thinking, which involves the need for us to acquire and adopt a fallible disposition and critical attitude” (Ikuenobe, 2001, p. 331). Esta atitude crítica ou disposição de envolvimento no processo de questionamento é fundamental para o envolvimento profundo na aprendizagem activa. Concordamos com Ikuenobe (2001) quando afirma que tal atitude pode ser aprendida, se ensinada a apreciar a lógica, função e significado do questionamento no processo de construção do conhecimento. No entanto, compreendemos que as bases do *falibilismo* não podem explicar todas as dimensões dos processos de questionamento. Simplemente, porque existem outras estruturas epistémicas para o questionamento, tal como, a curiosidade epistémica, que vão além do falibilismo humano e que procura avançar na compreensão dos fenómenos naturais e humanos. Compreendemos assim que o âmago do questionamento epistémico é a curiosidade epistémica.

A estrutura lógica do questionamento que envolve a sequência pergunta-resposta (Hintikka, 2007; Ikuenobe, 2001) tem funções: i) cognitivas, ii) contextuais e iii) atitudinais ou pessoais. As funções cognitivas têm por base o próprio processo epistémico em si, suas verdades, conteúdos e estruturações numéricas e não-numéricas. As contextuais estabelecem-se na atmosfera de confiança que se pode ou não estabelecer em volta do processo de questionamento, implicando factores humanos e materiais. Somente criando contextos sociais e morais favoráveis, como, razoabilidade, conforto, receptividade, liberdade, igualdade e respeito se pode construir um processo de questionamento ativo. Para Neber (2004), dependendo do contexto de aprendizagem, o questionamento epistémico pode ser suportado de diferentes formas. Na aprendizagem individual, os alunos podem formular “auto-questionamentos” aos materiais de consulta como livros e a internet. No contexto da aprendizagem colaborativa, podem formular “perguntas comunicativas” com o propósito de obterem respostas dos professores e colegas. As funções pessoais, levam em consideração as atitudes positivas para o questionamento que são construídas nas idiossincrasias dos indivíduos envolto no processo de construção do conhecimento através do questionamento.

Quando se pensar em construir instrumentos e estratégias para promover o questionamento é necessário levar em conta a lógica, função e natureza epistemológica do questionamento. Olhando para uma parte do processo de questionamento, cuja função seja contribuir para a compreensão de conceitos e materiais de aprendizagem através da expansão da estrutura do conhecimento na memória, Neber (2004) denomina as perguntas que tem essa função de “Questões Epistémicas”. Para este autor, as questões epistémicas estão subjacentes às funções de dois tipos de actividades epistémicas para todo tipo de aquisição do conhecimento: i) actividades de controlo de processo que serve para supervisionar o processo de aquisição, ii) actividades de geração de conhecimento que está directamente relacionado com a criação do conhecimento. A construção de estratégias e instrumentos para estimular o processo de questionamento deve levar em conta também os objectivos educacionais e as especificações da área do conhecimento e as suas relações interdisciplinares. A avaliação do processo de questionamentos e o uso questionamento dos alunos no processo avaliativo

são factores que necessitam também ser ponderados (Pedrosa de Jesus & Moreira, 2008; Teixeira-Dias, Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Almeida, & Moreira 2009).

Sobre o processo a aprendizagem de conceitos científicos a partir de considerações que possam ser feitas com a curiosidade dos estudantes, McWilliams (1999) desenvolveu um instrumento de avaliação, baseado na literatura, que versava sobre os indicadores de comportamentos e ações que as crianças manifestam e estão relacionados com a curiosidade e o encantamento. A partir de uma série de observações em sala de aula, a autora categorizou e quantificou as expressões das crianças e a ação dos professores em estimular e manter um ambiente curioso na sala de aula. Por exemplo, quando submetidos a uma situação desconhecida as crianças usam perguntas: "Como?" Por quê? O quê? e desta forma elaboram as suas perguntas relativas a situação sobre a situação planejada pelo professor. Quando expressam encantamento com inflexões na voz e no rosto estão fazendo observações. Quando associam algo conhecido com algo desconhecido evidenciado pelo uso de analogia, metáforas ou aproximações, que geram dúvidas e erros estão elaborando hipóteses.

Da parte do professor quando fornece aos alunos oportunidades para questionar, realizar observações e recolha de dados, incentiva o interesse das crianças por meio de lições bem planejadas, estão preservando e estimulando a curiosidade e o encantamento nas crianças. Embora o estudo não tenha chegado a uma validação do instrumento de observação, nem a uma avaliação sistemática da aprendizagem de conceitos científicos, trata-se de uma ferramenta que fornece muitos elementos para a análise da curiosidade, tanto para o pesquisador interessado em avaliá-la nas aulas de ciências, como para o professor considerar certas atitudes e atividades como adequadas e relacionadas ao encantamento e a curiosidade das crianças.

Ainda dentro da área do ensino de ciências, Heuser (2005) organizou uma seqüência didática, baseada nos fundamentos do método científico, no sentido de valorizar a curiosidade das crianças, as quais foram formuladas a partir de temas presentes no currículo de ciências. As crianças passavam por três fases: i) a exploração ii) a investigação e a iii) a reflexão. A exploração em que eram usados experimentos para suscitar a curiosidade dos alunos, a investigação em que os alunos eram convidados a responder as perguntas formuladas por eles mesmos, discutindo e compartilhando também os resultados e as atividades de reflexão, com o intuito de reunir e sistematizar as idéias dos alunos por meio da intervenção do professor.

Os momentos de apresentação das idéias e discussão dos resultados é muito valorizado pelo autor, como uma forma das crianças aperfeiçoarem o espírito investigativo, pois outras situações possíveis de ocorrência dos fenômenos da natureza são levantados e debatidos. Como resultado, o autor aponta a validade de ensinar ciências por meio de oficinas elaboradas de maneira a permitir a exposição e investigação adequadas da curiosidade das crianças.

Reflexão e síntese

Um dos impactos que podemos apontar a partir dos argumentos colocados neste artigo é a sua contribuição na educação em ciências, a qual pode ser orientada por meio de atitudes mais coerentes e claras para com a ciência. Neste sentido, Hofstein & Ben-Zvi (1981) analisaram a curiosidade dos alunos do ensino secundário numa perspectiva de atitude para com a ciência, por meio de questionamentos que procuravam avaliar o desejo dos alunos em saber mais (conhecimento), fazer mais (atitudes) e conhecer mais sobre a atividade de um

cientista. Esta pesquisa ilustra uma possibilidade muito positiva de trabalho que pode ser feito com a curiosidade dos alunos na escola.

Além dos objetivos de aprender conteúdos curriculares, a curiosidade abre um leque de possibilidades de ter atitudes críticas para com a ciência. Cremos que atender a curiosidade científica seja até ampliar os limites e alcances de uma aprendizagem ditada pelo currículo não só em termos de conteúdo, mas também em função das chamadas competências a serem adquiridas pelos estudantes.

Podemos também apontar as limitações do trabalho com a curiosidade dos alunos, no que concerne as possibilidades didáticas do professor. Falar de curiosidade nem sempre é falar de conteúdos já devidamente estruturados como encontramos nos livros didáticos e que muitas vezes constitui "o chão" de trabalho do professor quando o assunto é "o que eu vou ensinar aos alunos". A curiosidade do aluno pode ser a mais diversa possível, mesmo se limitarmos os cenários de conhecimentos ou estipularmos tópicos em que os alunos possam discutir e investigar as respostas.

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), do inglês (Problem Based-Learning), pode ser uma possibilidade concreta de resolver esse "impasse didático", a partir do momento em que orienta o aluno na busca de soluções para os seus próprios questionamentos, Leite & Afonso (2001). O aluno assume uma posição questionadora e por meio da orientação do professor aprende conceitos à medida que encontra respostas as questões do seu interesse.

Discutimos neste artigo algumas vantagens de consideramos os questionamentos dos alunos em sala de aula e as possibilidades de responder a tais questionamentos. A forma concreta de responder a vontade de aprender do aluno, de dar sentido e significado a sua aprendizagem, deve ser feita por cada um de nós no dia a dia da escola. Entretanto é preciso "fugir a tentação" do que já está posto.

Diversas linhas de investigação podem ser configuradas a partir desta análise, ao considerar o contributo pedagógico da curiosidade e do questionamento científico-pedagógico com relação as suas influências no processo de internalização de conceitos por meio da construção de estratégias de ensino que desenvolvam a aprendizagem ativa dos alunos.

Nesse sentido, podemos definir algumas linhas de pesquisa:

"A curiosidade científica como um construto social"

"Curiosidades, questionamentos e ensino de ciências."

"A formação do pensamento científico das crianças a partir das suas curiosidades."

Referências Bibliográficas

Abreu, M. V. (2002). *Cinco ensaios sobre motivação*. Coimbra: Almedina.

Almeida, P. e Neri de Souza, F. (2010). Questioning Profiles in Secondary Science Classrooms. *International Journal Learning and Change*, 4, 3, 237-251.

Assmann, H. (2004). *Curiosidade e prazer de aprender: o papel da curiosidade na aprendizagem criativa*. Petrópolis: Vozes.

Bachelard, G. (1998). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Biggs, J. (1999). *Teaching for quality learning at university*. Philadelphia: Open University Press.

Bizzo, N. (2007). *Ciências: fácil ou difícil*. São Paulo: Ática.

Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H. e Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David Mckay.

Brasil. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, Ministerio da Educação.

Carvalho, A. M. P. (2006). Critérios Estruturantes Para o Ensino de Ciências. Em **Iniciais do editor**, *Ensino De Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* (pp. ??) São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Dewey, J. (1985). *Coleção Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural.

Dillon, J. T. (1981). A Norm Against Student Questions. *The Clearing House*, 55, 136-139.

Dillon, J. T. (1988). The Remedial Status of Student Questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 3, 197-210.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* São Paulo: Paz e Terra.

Freire, P. e Faundez, A. (1985). *Por uma Pedagogia da Pergunta* (5^a ed.). Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra.

Graesser, A. C. e McMahan, C. L. (1993). Anomalous Information Triggers Questions When Adults Solve Quantitative Problems and Comprehend Stories. *Journal of Educational Psychology*, 85, 1, 136-151.

Graesser, A. C. e Person, N. K. (1994). Question Asking During Tutoring. *American Educational Research Journal*, 31, 104-137.

Hintikka, J. (2007). *Socratic Epistemology: Explorations of Knowledge-Seeking by Questioning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Hofstein, A. e Ben-Zvi, R. (1981). Some aspects of science curiosity in secondary school students. *Science Education*, 65, 2, 229-235.

Ikuenobe, P. (2001). Questioning as an epistemic process of critical thinking. *Educational Philosophy and Theory*, 33, 4, 325-341.

Leite, L. e Afonso, A. S. (2001). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: características, análise e supervisão*. Paper presented at the XIV ENCIGA: Ensinantes de Ciências de Galicia, Santiago de Compostela-ES.

McWilliams, M. S. (1999). *Fostering Wonder in Young Children: Baseline Study of Two First Grade Classrooms*. Boston, MA.

- Morin, E. (2003). Entrevista. *Revista Nova Escola*, 20-23.
- Neber, H. (2004). Promoting Epistemic Questioning of Students. Em H. Pedrosa de Jesus & H. Van der Meij (Eds.), *First International Seminar on Research on Questioning*. Aveiro, Portugal.
- Neri de Souza, F. (2006). *Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior*. Doutor Tese Doutorado, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Pedrosa de Jesus, H. (1991). *An Investigation of Pupils' Questions in Science Teaching*. Ph.D. Thesis, University of East Anglia, Norwich, U.K.
- Pedrosa de Jesus, H. e Moreira, A. (2008). The role of students' questions in aligning teaching, learning and assessment: a case study from undergraduate sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1-15, iFirst Article.
- Pietrocola, M. (2006). Curiosidade e Imaginação – Os Caminhos do Conhecimento Nas Ciências, Nas Artes e no Ensino. Em A. M. P. d. Carvalho (Ed.). *Ensino De Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* (pp.119-133). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Reino, T. G. J. (1997). *Effects of curiosity on socialization-related learning and job performance in adults*. Doutorado, Virginia.
- Schmitt, F. F. e Lahroodi, R. (2008). The epistemic value of curiosity. *Educational Theory*, 58, 2, 125-148.
- Susskind, E. (1969). The role of question-asking in the elementary school classroom. Em F. Kaplan & S. B. Sarason (Eds.), *The Psycho-Educational Clinic - Papers and Research Studies* (pp. 130-151).
- Susskind, E. (1979). Encouraging teachers to encourage children's curiosity: A pivotal competence. *Journal of Clinical Child Psychology*, 8, 101-106.
- Teixeira-Dias, J. J. C., Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Almeida, P. e Moreira, A. (2009). Questões de Estudantes Universitários no Primeiro Ano: Como Promover a Aprendizagem Activa em Química. Em I. Huet, N. Costa, J. Tavares & A. Baptista (Eds.), *Docência no Ensino Superior: Partilha de Boas Práticas* (pp. 61-78). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Watts, M., Alsop, S., Gould, G. e Walsh, A. (1997). Prompting teachers' constructive reflection: pupils' questions as critical incidents. *International Journal of Science Education*, 19, 9, 1025-1037.

TRABALHANDO A CURIOSIDADE CIENTIFICA NA SALA DE AULA DE QUIMICA: PERSPECTIVAS E POSSIBILIDADES DE MUDANÇAS?

BEZERRA DA SILVA, P. (1) y SMITH CAVALCANTE, P. (2)

(1) MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

petronildo@ce.ufpe.br

(2) UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. patricia3smith@gmail.com

Resumen

Este trabalho investiga a curiosidade científica dos alunos sobre o tema metais, procurando ampliar as possibilidades de aprendizagem dos participantes e valorizando os seus interesses.

OBJETIVOS

- Investigar a curiosidade científica dos alunos da 9ª série do Ensino Básico Brasileiro sobre conceitos de química, a fim de levantar princípios para o desenvolvimento de uma metodologia de ensino da disciplina.
- Aplicar e analisar a viabilidade da metodologia de grupo focal, como forma de estudo da curiosidade científica.

MARCO TEÓRICO

A curiosidade científica, no contexto educacional, constitui-se numa contribuição muito importante para aprendizagem e coloca os indivíduos mais abertos à aquisição de novos conhecimentos, pois representa um estado de busca pela informação, procurando superar dúvidas, falhas na comunicação, lacunas, incertezas, num esforço de estabelecer relações de natureza explicativa com o objeto a ser conhecido.

O estudo de Vidler e Rawan (1974) evidenciou que a curiosidade ajuda no desempenho das atividades escolares, mostrando, por meio de um estudo com estudantes universitários, que o desenvolvimento da curiosidade epistêmica em ambiente acadêmico favorece a aprendizagem.

Lucas et al (2005) ressaltou que o potencial científico de uma pergunta feita por uma criança, pode se tornar um guia para inserí-la no contexto da produção de conhecimento na escola e isso pode ser perdido se essas questões não forem problematizadas de maneira a buscar evidências e provas que levem ao entendimento científico.

Heuser (2005) questionou se as aulas de ciências deveriam começar através de perguntas feitas pelos professores com questões já estabelecidas e um roteiro de investigação já pronto. Ele acredita que a curiosidade científica das crianças pode ser desenvolvida permitindo-lhes elaborar e responder as suas próprias perguntas, pois desde cedo se envolvem em situações que de certa forma procuram resolver. Assim, o autor sugeriu a realização de oficinas de ciências em que as crianças pudessem realizar as suas próprias investigações, de modo a desenvolver habilidades importantes na aprendizagem científica.

Outros trabalhos têm enfatizado como a criança expõe a sua curiosidade e como os professores reforçam ou desestimulam essa vontade de aprender da criança, considerando as várias características expressas em sala de aula, as orientações e atividades realizadas pelos professores (McWilliams, 1999). A autora mostra como o trabalho com a curiosidade pode melhorar a confiança e promover a autonomia dos alunos em sala de aula.

Apesar desses esforços, verificamos que a preocupação com a curiosidade científica, parece que não se faz presente nas aulas de química, que ainda privilegiam os conteúdos e as abordagens mais tradicionais de ensino.

Buscando responder a este problema, esta pesquisa utilizou-se de uma metodologia de coleta de dados, baseada no uso de imagens e perguntas para estudar a curiosidade científica dos alunos brasileiros. Nossa

hipótese inicial é que podemos motivar as aulas de química, fazendo uma leitura da curiosidade científica dos alunos conjugada a outros elementos igualmente importantes, como: o estabelecimento de uma comunicação mais aberta professor/aluno e a valorização de aspectos cognitivos atrelados a questões afetivas do desejo de aprender do aluno. A curiosidade científica uma vez respondida pode levar o aluno a querer investigar mais sobre um determinado tema, criando assim uma educação voltada para o desenvolvimento do espírito científico.

A partir deste estudo, pretendemos avançar na compreensão do fenômeno da curiosidade científica entre jovens estudantes, bem como na construção de uma metodologia de ensino de química que promova nos alunos uma disposição crescente em conhecer e atuar melhor na realidade em que vivem.

METODOLOGIA

Para análise da curiosidade científica dos estudantes foi utilizada a Técnica do Grupo Focal. Esta técnica privilegia aspectos qualitativos do grupo possibilitando conhecer as idéias dos participantes sobre um determinado assunto, bem como se torna um espaço privilegiado para que os participantes possam interagir entre si, discutindo e aprendendo aspectos do tema até então desconhecidos (Galego & Gomes, 2005).

O grupo foi constituído por oito alunos do 9º ano do Ensino Básico do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco. O tema trabalhado foi METAIS. Pediu-se para que os alunos observassem um conjunto de 17 imagens e respondessem as seguintes questões:

- » Escolha a(s) imagem/imagens que você achou mais interessante. Explique a sua escolha.
- » Qual o conteúdo escolar que você vê nas imagens que você escolheu? Explique.
- » Quais dos fatos retratados nessas imagens que você escolheu, você gostaria de saber mais?

O uso das imagens teve o intuito de despertar a curiosidade dos alunos e orientar o estudo sobre a temática escolhida. As imagens faziam referências à poluição, tecnologia da informação, alimentos, transformações químicas e físicas dos metais, proteção contra corrosão e novos materiais. A partir da discussão estabelecida no grupo foi possível captar as curiosidades dos alunos e trabalhá-las numa etapa posterior.

CONCLUSÃO

Os alunos demonstraram interesses por fatos que já conheciam. Mas, foi interessante perceber que algumas das escolhas curiosas se deram, justamente, por imagens relativas a fatos ou figuras desconhecidas, indicando que a curiosidade científica pode ocorrer, tanto sobre idéias conhecidas como também sobre idéias que os alunos têm consciência de desconhecerem, mas que em ambos os casos desejam saber mais.

Uma das imagens que despertou maior curiosidade nos alunos era relativa à poluição e mostrava muitos peixes mortos, um fato já conhecido deles e outra imagem que trazia um desenho que lembrava a estrutura de novos materiais, assunto que os alunos desconheciam.

A técnica do grupo focal foi extremamente valiosa para os propósitos estabelecidos na pesquisa. Permitiu tanto uma exposição clara das curiosidades científicas dos alunos como também a discussão entre eles, tornando possível conhecer vários aspectos da curiosidade que podem contribuir para a aprendizagem de conceitos químicos. Um desses aspectos revelados foi a maneira como os alunos elaboraram e comunicaram a sua curiosidade, a qual parecia está muito bem estruturada na dimensão conceitual e social do problema retratado nas imagens, semelhante à maneira como os químicos constroem a base das suas idéias e investigações.

O trabalho com a curiosidade científica dos estudantes permitiu-nos, de fato, conjugar aspectos cognitivos e afetivos da aprendizagem conceitual, mostrando caminhos para que os alunos gostem mais da química, desenvolvam com mais clareza atividades de investigação e possibilite ao professor privilegiar metodologias de ensino que incorpore a real necessidade de aprender do aluno, seja detalhando conteúdos dos anos anteriores, seja trabalhando com novos conteúdos.

Podemos dizer então, que esses achados permitem esboçar com clareza a perspectiva do trabalho didático a ser desenvolvido pelo professor, a partir da exposição das curiosidades dos alunos, uma vez que estes mostram as suas idéias de maneira livre sem se preocupar com a resposta ou o desempenho que o professor espera.

REFERÊNCIAS

HEUSER, D.; Inquiry, Science Working Style.(2005). *Science Scope*, v.29, n.3, p.32-36.

GALEGO, C.; GOMES, A.A. (2005); Emancipação, Ruptura e Inovação: o "Focus Group" como instrumento de investigação. *Revista Lusófona de Investigação*, n.005, p. 173-184.

LUCAS, D.; BRODECK, N.; LEHRER, R.; BOHANAN, R.(2005) Making the groups of scientific inquiry visible in the classroom, *Science Scope*, v.29, n.3 p.39-42, nov-dez, 2005.

MCWILLIAMS, M.S.(1999) Fostering wonder in young children: baseline study of two grades. Trabalho apresentado no *Encontro Anual da Associação Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Boston, MA.

VIDLER, D.C.; RAWAN, H.R.(1974) Construct validation of a scale of academic curiosity. *Psychological Reports*, n.35, p.263-266.

CITACIÓN

BEZERRA, P. y SMITH, P. (2009). Trabalhando a curiosidade científica na sala de aula de química: perspectivas e possibilidades de mudanças?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2752-2756
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2752-2756.pdf>



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

Colégio de Aplicação.

Serviço de Orientação e Experimentação Pedagógica – SOEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento particular, autorizo, por livre e espontânea vontade, a participação do/da menor _____ em atividades realizadas para fins de pesquisa, desenvolvidas no âmbito do Colégio de Aplicação – UFPE, cujo título é _____

Compreendo que foi devidamente esclarecido pelo(a) pesquisador(a) _____ que, embora a atividade seja registrada (mediante gravação, filmagem ou outro recurso), é garantido ao participante total sigilo, não havendo identificação do mesmo.

Os resultados da pesquisa serão de domínio público e/ou acadêmico e estarão acessíveis aos participantes através de sua divulgação em eventos científicos pertinentes.

Fica esclarecido ainda, que não poderá o participante, ou seu responsável, reclamar qualquer direito autoral ou material sobre o resultado final da pesquisa ou obra literária que dela venha resultar.

Assim, de pleno acordo com as condições acima expostas, expresso minha concordância firmando o presente, para fins jurídicos e legais efetivos.

Recife, ____ de _____ de 20____.

(Participante/menor)

(Responsável)

* Poderá ainda ser incluído no texto o tema da pesquisa ou atividade a ser realizada com seus objetivos.