PROGRAMA INTERUNIDADES

INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

INSTITUTO DE FÍSICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TEREZINHA IOLANDA AYRES-PEREIRA

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: VISÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

SÃO PAULO
2013

TEREZINHA IOLANDA AYRES-PEREIRA

**TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS:
VISÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – IQ/IF/ICB/FE – da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes

SÃO PAULO
2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Ayres-Pereira, Terezinha Iolanda

Transformações químicas: visões e práticas de professores de ciências – São Paulo, 2013.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof^a Dr^a Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Formação Continuada do Professor;
2. Ensino de Química; 3. Ciência (Ensino); 4. Transformações Químicas; 5. Modelo Didático.

USP/IF/SBI-059/2013

“Defenda sua ideia, dê a cara para bater. Tenha coragem, mas seja cuidadoso no discurso. Não pode falar de qualquer jeito!”

*Professor Dr. Maurício Pietrocola
Comunicação restrita, 2010*

*Prezado leitor,
Os erros que persistiram às diversas correções correspondem
uma homenagem à eterna entropia!*

Terezinha Iolanda

À PROFESSORA MARIA EUNICE MARCONDES,

Lendo a dissertação de Rita Suart¹ encontrei um agradecimento especial que muito me emocionou:

À professora Maria Eunice Marcondes, que me acolheu em seu grupo, e depositou sua confiança em mim e em meu trabalho ao longo desses três anos. Sempre atenciosa, orientou-me a seguir os melhores caminhos na minha pesquisa. Durante esses anos, algumas frases marcaram os momentos de dúvidas e discussões, como por exemplo “Melhora isso!”, “Não entendi”, “Tô pensando...”. Agradeço, também, os seus inúmeros rabiscos nos meus rascunhos, que me faziam refletir por horas. Obrigada, professora!” (SUART, 2008)

Fiquei, então, imaginando como havia sido gratificante para a pesquisadora ter alguém tão especial como essa orientadora e daí brotou o sonho que a partir de fevereiro de 2010, tornou-se realidade.

Maria Eunice, você é uma professora na essência da palavra e orientadora por natureza! Suas orientações não se resumem em dizer o que é certo ou errado, pois, sendo uma construtivista, isso seria uma heresia! Você orienta com palavras, com perguntas e com o silêncio.

São inesquecíveis os momentos das “*esculturas no cabelo*”; do silêncio no meio de uma discussão. Silêncio fértil que significa “*tô pensando*”; do “*tá bom*”, dito tão rápido que imediatamente me fazia voltar na frase ou na ideia para, certamente, melhorar; da risadinha sincera; do “*é menina!*”, que me tornava criança por um segundo e do “*não entendi*”, que me fazia ficar horas buscando uma forma de deixar a ideia clara, para você ou para mim!

Professora, você me acolheu não só em seu grupo e no seu currículo, acolheu-me em sua casa, com direito a comida, aconchego e carinho. Saiba que, desde o primeiro momento, meu grande objetivo foi tentar fazer, com você, trabalhos dignos, à altura da sua grandeza e do GEPEQ. Espero ter conseguido e, também, espero continuar tendo a honra de compartilhar outros trabalhos com você!

Por hora, obrigada pela confiança e pelo respeito ao escutar e valorizar as minhas ideias. Obrigada pela paciência com meus erros e pelos elogios e incentivos aos meus acertos.

Por tudo, muito Obrigada!

¹ SUART, Rita de Cássia. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Física, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2008.

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo, Císio, companheiro de toda a vida, parceiro e cúmplice das minhas derrotas e vitórias. Eu te amo!

À minha filha, Cíntia e ao meu filho Christian. Cíntia, que, de bem perto, com suas massagens no corpo, ou, de longe, com as massagens na alma, ajudou-me, imensamente, a vencer mais esta etapa. Christian, com seu abraço e seu silêncio peculiar, sempre presente quando preciso de colo.

À minha sogrinha, Iracema, que embora tenha partido, está sempre presente ao meu lado, com aquele jeitinho carinhoso. Ao meu pai, Trancindson (in memoriam), pela força e à minha mãe, Terezinha, pelo exemplo. Ao meu irmão, Trancindson, pelo estímulo e pelo carinho.

Ao Colégio e Faculdade Kennedy, escola especial, que valoriza e incentiva o esforço dos seus professores a estudar. Em especial, à diretora, Glória de Fátima Bicalho Albuquerque por me ouvir com paciência e aconselhar-me com sabedoria; à secretária Creuza Melo, pelas muitas mudanças no horário para me atender e aos professores, meus parceiros, que permitiram essas trocas, tão necessárias.

A José Ricardo Magalhães, por seu apoio e sua atenção, enquanto diretor da E. E. Luiz Prisco de Braga.

Aos meus alunos da E. E. Luiz Prisco de Braga e do Colégio e Faculdade Kennedy, que compreenderam minhas ausências e, especialmente, àqueles que me apoiaram com abraços, sorrisos ou palavras amigas.

À Mara Pane, amiga, irmã, que me acolheu não só em sua casa, mas em sua vida. A seus filhos Rodrigo, Gabriela e Thiago, que compartilharam comigo não só a casa e a comida, mas também a sua atenção e o seu tempo. Amiga, sem vocês esse período teria sido, muitas vezes, mais difícil.

Aos meus parceiros do GEPEQ, Dayse, Fábio, João, Lílian, Luciane, Mara, Miriam, Simone, Susan e Viviane, pelas incontáveis ideias, sugestões e críticas, que fortaleceram este trabalho; especialmente à Luciane pela atenção, interesse e disponibilidade em me ouvir, também pelas correções e dicas, tão preciosas. À dona Nilza pelo suporte estrutural, que torna nossos momentos no GEPEQ muito mais agradáveis.

Aos professores e coordenadores das cidades J e G, pela disponibilidade e pela acolhida das propostas de trabalho.

À professora Daisy de Brito Rezende que, por sua participação e dedicação em fazer correções na minha qualificação, muito auxiliou na construção desta dissertação.

Às professoras Ana Luiza de Quadros e Daisy de Brito Rezende, pelas críticas e sugestões proferidas durante esta banca.

RESUMO

AYRES-PEREIRA, Terezinha I. Transformações Químicas: visões e práticas de professores de ciências. 2013. 216p. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa Interunidades (Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Ciências Biológicas e Faculdade de educação) da Universidade de São Paulo.

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de conhecer as visões e práticas sobre o conceito de transformações químicas apresentadas por professores que trabalham ensinando Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental, tendo sido desenvolvida em torno de três eixos: o conceito de transformações químicas que os professores revelam; suas visões do ensino desse conceito e o modelo didático que apresentam. A hipótese que norteou a pesquisa é a de que a maioria dos professores de Ciências apresenta uma visão do conceito de transformações químicas incompleto, restrito a alguns aspectos conceituais e com uma prática permeada pelo modelo tradicional de ensino. A pesquisa, com princípios de metodologia qualitativa, foi realizada em duas etapas, com professores que trabalham ensinando ciências, enquanto participaram de atividades de formação continuada oferecidas pela pesquisadora: a primeira junto a 9 professores da cidade J e a segunda junto a 14 professores da cidade G. Para identificar o modelo didático foi utilizado o instrumento descrito na literatura, enquanto que as visões e práticas foram identificadas por meio de questões elaboradas para esse fim. A partir das ideias manifestadas pelos professores foram construídas categorias de análise em relação a cada eixo da pesquisa. O modelo didático foi categorizado em relação ao hibridismo e ao grau de coerência; as categorias para a análise do conceito de transformações químicas emergiram dos aspectos macroscópicos, submicroscópicos e representacionais enquanto que para a análise da prática utilizou-se o modelo didático, os aspectos conceituais e a amplitude conceitual. Identificamos, nas respostas dos professores participantes, modelos didáticos pessoais híbridos e incoerentes, diversas lacunas e concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas e uma prática tradicional de ensino, manifestada tanto pela sequência quanto pela abordagem dos conteúdos. De acordo com os resultados desta pesquisa, aqueles professores que apresentam níveis conceituais mais altos parecem estar mais suscetíveis à evolução do modelo didático, de um modelo pertencente ao paradigma tradicional, até um modelo pertencente ao paradigma construtivista. Estes resultados sugerem a necessidade de investimento em atividades de formação continuada, preparados para que os professores participem, ativamente, de grupos nos quais possam refletir sobre seus conceitos e suas práticas.

Palavras chave: Transformações Químicas, Ensino de Ciências, Modelo didático, Formação continuada de professores, Construtivismo.

ABSTRACT

AYRES-PEREIRA, Terezinha I. Chemical Transformations: views and practices of science teachers. In 2013. 216p. Thesis (Master) presented to the Inter (Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biological Sciences and College of Education), University of São Paulo.

This recent research was realized with the objective to know the vision and practices about the concept of chemical's transformations made by teachers that teach science to students of the ninth level of the high school. This research was being developed around three axes: the concept of chemical's transformations revealed by the teachers; your visions about teaching of this concept and the teaching model showed. The hypothesis that guided this research is that the majority of science's teachers have one incomplete vision of the concept of chemical's transformations, limited just to some conceptual aspects and with one practice based in the traditional model. This research, with the principles of qualitative methodology, was realized in two steps, with teachers that work teaching science while participating of activities of continuing teacher training proposed by the researcher: the first with 9 teachers of the city J and the second, with 14 teachers of the city G. To identify the teaching model, was used one instrument described in the literature; while visions and practices were identified by means of questions prepared for this purpose. Based on the ideas expressed by the teachers were construed categories of analysis in relation to each research's axes. The didactic model was categorized in relation to hybridity and the degree of coherence; the categories for analysis of the concept of chemical's transformations emerged from the aspects macroscopic, submicroscopic and representational whereas for the practical's analysis was used the teaching model, the conceptual aspects and conceptual breadth. We are identified into this answers of the participating teachers, hybrid and incoherent in personal didactics models, many gaps and alternative concepts about the concept of chemical's transformations and one traditional practice of teach, manifested by both the sequence and by addressing the content. According to the results of this research, those teachers that showed highest conceptual level show are more susceptible to the evolution of the teaching model, of a model belonging to the traditional paradigm until model belonging to the constructivist paradigm. These results suggest the necessity of more investments in activities of continuing teacher training prepared for teachers to participate actively in the groups in which they can reflect on their concepts and practices.

Keywords: Chemical Transformations, Chemistry Teaching, Science Teaching, teaching model, continuing teacher training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação da relação entre os três eixos da pesquisa.	21
Figura 2	Três níveis conceituais para transformações químicas segundo Johnstone (2006, p.59)	33
Figura 3	Professor que concorda com as proposições do Modelo Didático Alternativo	89
Figura 4	Professores que concordaram com a maioria das proposições de todos os modelos didáticos.	90
Figura 5	Professores que concordaram com a maioria das proposições dos modelos didáticos tecnológico, espontaneísta e alternativo.	91
Figura 6	Hibridismo do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa, nos dois grupos.	93
Figura 7	Representação gráfica da porcentagem de professores, de cada grupo, que expressam concordância máxima (3) com cada modelo didático, em relação às dimensões	95
Figura 8	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão objetivo do ensino.	99
Figura 9	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão conteúdo.	100
Figura 10	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão contribuição	100
Figura 11	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão metodologia.	101
Figura 12	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão avaliação.	102
		103

Figura 13	Grau de coerência média do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa	
Figura 14	Representação dos aspectos conceituais da Visão Macroscópica para o conceito de Transformações químicas.	113
Figura 15	Representação dos aspectos conceituais da Visão Submicroscópica para o conceito de Transformações químicas.	114
Figura 16	Representação dos aspectos conceituais da Visão Representacional para o conceito de Transformações químicas.	116
Figura 17	Representação das visões adequadas para a construção do conceito de Transformações Químicas, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.	117
Figura 18	Professores com modelos didáticos mais altos, visão de síntese mais complexa e hibridismo mais baixo	171
Figura 19	Professores práticas alternativas, baixa visão síntese e visão pseudomacroscópica do conceito	172
Figura 20	Professores práticas alternativas, baixa visão síntese e visão pseudomacroscópica do conceito	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Características dos modelos didáticos	24 - 25
Quadro 02	Objetivos de cada módulo do curso.	72
Quadro 03	Características dos professores participantes da pesquisa	81
Quadro 04	Justificativas sobre a importância do ensino do conceito de transformações químicas.	108
Quadro 05 a 27	Visão do conceito de Transformações químicas segundo cada Professor	118 - 136
Quadro 28	Visões dos professores sobre o conceito de transformações químicas, segundo as categorias de análise	137
Quadro 29	Síntese das visões dos professores sobre o conceito de transformações químicas, segundo as categorias de análise.	139
Quadro 30	Amplitude conceitual apresentada nas respostas dos professores quando conceituaram transformações químicas	141
Quadro 31	Amplitude conceitual para as representações do conceito de Transformações Químicas apresentadas pelos professores.	143
Quadro 32	Concepções Alternativas apresentadas pelos professores	144-145
Quadro 33	Síntese das concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas, apresentadas pelos professores de ciências, participantes da pesquisa.	146
Quadro 34	O que os professores de ciências consideram como pré-requisitos para ensinarem o conceito de transformações químicas	149
Quadro 35	Resposta à questão: Liste os conceitos que você aborda ao ensinar Transformações Químicas. Professores do	151

grupo J – 3º instrumento

Quadro 36	Respostas à questão: Construa um plano de ensino, para ensinar Transformações Químicas, descrevendo o que você considera importante ensinar. Professores do grupo J – 4º instrumento	152
Quadro 37	Sequências de ensino para Transformações Químicas, apresentado pelos professores do grupo G	154
Quadro 38	Amplitude em relação ao conceito de Transformações Químicas que os professores declaram ensinar	154
Quadro 39	Livros Didáticos de Ciências para o 9º ano citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011	156
Quadro 40	Características gerais dos livros didáticos de Ciências citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011	156
Quadro 41	Sequências para o ensino de Química nos livros didáticos de Ciências analisados	157
Quadro 42	Aspectos conceituais presentes nos livros didáticos de Ciências citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011 quando apresenta o conceito de transformações químicas.	158
Quadro 43	Estratégias de abordagem citadas pelos professores de ciências para ensinar transformações químicas.	160-161
Quadro 44	Características de cada modelo didático	161
Quadro 45	Análise das estratégias de ensino a partir das características de cada modelo didático	162
Quadro 46	Perfil de cada professor	164-169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores atribuídos pelos professores participantes, para as proposições do Modelo Didático Pessoal	85
Tabela 2	Número de professores participantes da pesquisa, que responderam da mesma forma às proposições do Modelo Didático Pessoal em cada dimensão do ensino	86
Tabela 3	Número de proposições relacionadas com cada modelo didático, com as quais cada professor participante da pesquisa concordou	88
Tabela 4	Hibridismo do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa	93
Tabela 5	Porcentagem de professores, de cada grupo, que expressam concordância máxima (3) com cada modelo didático, em relação às dimensões	94
Tabela 6	Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da primeira etapa da pesquisa	98
Tabela 7	Concordância de cada professor participante da pesquisa com as proposições do Modelo Didático Pessoal e classificação do modelo didático de cada professor, segundo a escala de categorias da evolução dos modelos didáticos.	105
Tabela 8	Comparação dos resultados em relação ao grau de hibridismo do modelo didático, ao grau de coerência com os modelos espontaneísta e alternativo e à categorização da evolução do modelo didático.	106
Tabela 9	Professores com modelos didáticos mais altos, visão de síntese mais complexa e hibridismo mais baixo.	170
Tabela 10	Professores com práticas alternativas, baixa visão síntese e visão pseudomacroscópica do conceito.	170
Tabela 11	Professores com visão síntese restrita, alto hibridismo e modelos didáticos ingênuos.	170

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

T: Modelo didático Tradicional

C: Modelo didático Mecanicista

E: Modelo didático Espontaneísta

A: Modelo didático Alternativo

MDI: Modelo Didático Ingênuo

MDE1: Modelo Didático em Evolução 1

MDE2: Modelo Didático em Evolução 2

MDE3: Modelo Didático em Evolução 3

MDE4: Modelo Didático em Evolução 4

VPM: Visão Pseudo Macroscópica

VM1: Visão Macroscópica de nível 1

VM2: Visão Macroscópica de nível 2

VPSM: Visão Pseudo Submicroscópica

VM1: Visão Submicroscópica de nível 1

VM2: Visão Submicroscópica de nível 2

VPR: Visão Pseudo Representacional

VR1: Visão Representacional de nível 1

VR2: Visão Representacional de nível 2

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
1.1 O Modelo Didático dos Professores de Ciências	21
1.1.1 Modelo didático Tradicional	26
1.1.2 Modelo didático Tecnológico	26
1.1.3 Modelo didático Espontaneísta	27
1.1.4 Modelo didático Alternativo	28
1.1.5 Os Modelos didáticos como um processo evolutivo do saber profissional	29
1.2 O ensino de Ciências como um processo de construção do conhecimento e a os saberes necessários aos professores	30
1.3 O conceito de Transformações Químicas	32
1.3.1 O ensino e a aprendizagem do conceito de Transformações Químicas	35
1.3.2 O conceito de Transformações Químicas em livros de Química Geral	41
A- Linus Pauling	42
B- Petter Atkins e Loretta Jones	43
1.3.3 O conceito de Transformações Químicas no CBC de Minas Gerais	45
1.4 Concepções Alternativas sobre o Conceito de Transformações Químicas	46
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	50
2.1 Pesquisas que revelam o modelo didático dos professores	50
2.2 Pesquisas que revelam concepções de professores de Ciências e de Química sobre o ensino de Ciências	52
2.3 Pesquisas que revelam concepções de professores de ciências e química sobre o conceito de transformações químicas	58
2.4 Pesquisas que revelam concepções alternativas de estudantes e professores sobre o conceito de transformações químicas	61
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	69
3.1 A configuração da Pesquisa	69
3.1.1 Primeira etapa da pesquisa	71
• 1º módulo do curso – 1º Instrumento	72
• 2º módulo do curso – 2º Instrumento	73
• 3º módulo do curso – 3º Instrumento	74
• 4º módulo do curso – 4º Instrumento	75
• 5º módulo do curso – 5º Instrumento	76
3.1.2 Segunda etapa da pesquisa	78
• Atividade pré-oficina - 1º Instrumento	78
• Atividades da Oficina – 2º, 3º e 4º instrumentos	79
3.2 Características dos professores participantes	80
3.3 Metodologia da Análise	81
4. RESULTADOS E ANÁLISES	84
4.1 O Modelo Didático Pessoal dos Professores	84
4.1.1 O grau de hibridismo do modelo didático do professor	91
4.1.2 O Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal	96
4.1.3 Caracterizando a evolução do modelo didático do professor	104

4.2 O conceito de transformações químicas na visão dos professores de Ciências	107
4.2.1 Importância do ensino do conceito de transformações químicas	108
4.2.2 O conceito de transformações químicas apresentado pelos professores	110
A. Visão Macroscópica	112
B. Visão Submicroscópica	114
C. Visão Representacional	115
4.2.3 Amplitude conceitual em relação às idéias manifestas e à representação sobre transformações químicas	140
4.2.4 Concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas apresentadas pelos professores	143
4.3 O ensino do conceito de transformações químicas	147
4.3.1 O que os professores de ciências consideram como pré-requisitos para ensinar o conceito de transformações químicas	148
4.3.2 Como os professores de ciências sequenciam o ensino do conceito de transformações químicas	150
A. Professores do grupo J - Sequências de ensino	151
B. Professores do grupo G - Sequências de ensino	153
4.3.3 Como os Livros Didáticos de Ciências para o 9º ano, adotados pelos professores abordam o conceito de transformações químicas	155
4.3.4 Que estratégias os professores de ciências declaram utilizar para ensinar o conceito de transformações química	160
4.4 A relação entre os três eixos da pesquisa	163
4.4.1 O perfil de cada professor	163
4.4.2 Comparando resultados em busca de tendências	169
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	173
6. REFERÊNCIAS	176
APÊNDICE 1 - Instrumento 1 – Carta convite aos professores do grupo J	186
APÊNDICE 2 - Termo e ficha cadastral - Professores do grupo J	187
APÊNDICE 3 - Instrumento 1 – Curso - Professores do grupo J	188
APÊNDICE 4 - Atividade experimental 1- Professores do grupo J	189
APÊNDICE 5 - Instrumento 3 - Curso - Professores do grupo J	190
APÊNDICE 6 - Instrumento 4 - Curso - Professores do grupo J	191
APÊNDICE 7 - Instrumento 5 - Curso - Professores do grupo J	192
APÊNDICE 8 - Avaliação dos módulos e do curso	193
APÊNDICE 9 - Atividade pré-oficina - 1º instrumento - Professores do grupo G	194
APÊNDICE 10 - Instrumento 2 - Professores do grupo G	197
APÊNDICE 11 – Experimento 1 – Professores do grupo G	198
APÊNDICE 12 – Instrumento 3 – Professores do grupo G	200
APÊNDICE 13 – Instrumento 4 – Professores do grupo G	201
APÊNDICE 14 – Experimento 3 – Professores do grupo G	202
APÊNDICE 15 - Sequências de ensino para Transformações Químicas, apresentado pelos professores do grupo G	203
APÊNDICE 16 – Dados de todos os professores em relação ao conceito de transformações químicas, à prática e ao modelo didático.	204
ANEXO 1 - Instrumento 2 – curso e oficina	205
ANEXO 2 - Atividade experimental 2 - Curso - Professores do grupo J	207
ANEXO 3 - Atividade experimental 3 - Curso - Professores do grupo J	209
ANEXO 4 - Atividade experimental 4 - Curso - Professores do grupo J	211

ANEXO 5 - Atividade experimental 5 - Curso - Professores do grupo J	213
ANEXO 6 - Atividade experimental 6 - Curso - Professores do grupo J	214
ANEXO 7 – Experimento 2 – Professores do grupo G	215

INTRODUÇÃO

Por considerar que o processo de escrita de uma dissertação é individual em relação à autoria e coletivo em relação à troca de idéias e experiências com os parceiros do grupo de pesquisa e com a orientadora, optei por escrever, a partir deste parágrafo, toda a dissertação na primeira pessoa do plural, como uma forma de homenagear aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente com este trabalho. Optei, também, por utilizar nesse trabalho a regulamentação ortográfica anterior.

O conceito de transformações químicas, foco principal desta pesquisa é considerado, por nós, um dos mais importantes conceitos para o ensino de química (SILVA, SOUZA e MARCONDES, 2008; ROSA e SCHNETZLER, 1998; SOLSONA e IZQUIERDO 1999; SOLSONA et al., 2003; BRASIL, 1999), por ser um conceito que pode permitir ao estudante compreender as transformações que ocorrem em seu cotidiano e, a partir dessa compreensão, exercer sua cidadania ao conseguir interpretar e realizar escolhas que estejam relacionadas aos materiais e suas transformações.

Consideramos que o ensino escolar deve integrar os conceitos científicos aos aspectos do cotidiano, sociais e ambientais, envolvendo as diversas áreas do conhecimento e que os professores de ciências sejam os grandes articuladores desse processo de construção, o que torna importante compreender qual é a visão desses professores sobre o conceito de transformações químicas e como praticam esse ensino.

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de conhecer as visões e práticas sobre o conceito de transformações químicas apresentadas por professores que trabalham ensinando Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental.

Optamos, também, por conhecer os modelos didáticos manifestados por esses professores, tendo em vista reconhecer as idéias de ensino que parecem guiar suas práticas.

Delimitamos nossa pesquisa a uma parte do universo de professores de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental de Minas Gerais, estado onde a

pesquisadora reside e trabalha ensinando Química para o Ensino Médio. Em uma segunda delimitação, optamos por realizar a pesquisa com grupos de professores de duas cidades do interior de Minas Gerais, identificadas, no corpo deste trabalho, como cidade J e cidade G. As cidades foram escolhidas por serem representativas em relação ao estado de Minas Gerais e por terem dado condições para o trabalho da pesquisadora.

O 9º ano do ensino fundamental é outra delimitação desta pesquisa. Consideramos que a formação dos conceitos ocorra desde o início da vida de uma pessoa, sendo vários conceitos formados segundo um senso comum e que os conceitos científicos, inclusive químicos, comecem a ser formados desde o início do ensino escolar. De acordo com o currículo de Minas Gerais (MARTINS *et al.*, 2008), é na segunda fase do ensino fundamental, 6º ao 9º ano, que o conceito de transformações químicas deve ser estruturado, sendo que esse processo é mais intenso no 9º ano do ensino fundamental.

A pesquisa, portanto, foi desenvolvida para responder às questões:

1. Que concepções sobre transformações químicas os professores de ciências manifestam? Como os conceitos manifestados expressam os três níveis que envolvem o conhecimento químico: fenomenológico (macroscópico), explicativo (submicroscópico) e representacional?
2. Como os professores de ciências vêem o ensino de transformações químicas para o 9º ano do ensino fundamental e o que declaram ensinar sobre esse conceito?
3. Existe relação entre o modelo didático dos professores, o conceito científico que apresentam e as práticas que utilizam para ensinar?

A hipótese que norteia a pesquisa é a de que a maioria dos professores de Ciências apresenta uma visão do conceito de transformações químicas incompleto, restrito a alguns aspectos conceituais e que esses professores

apresentam uma prática permeada pelo modelo tradicional de ensino.

Utilizamos na pesquisa e na análise dos resultados, uma metodologia qualitativa, que evoluiu de acordo com o desenvolvimento da própria pesquisa, realizada em duas etapas.

Na primeira etapa foram investigadas as concepções de 09 professores que trabalham ensinando Ciências na cidade J. Nesta etapa, foram aplicados questionários durante um curso de formação continuada, de 40 horas, ministrado pela pesquisadora. Os instrumentos utilizados nessa etapa foram analisados, sendo selecionadas aquelas questões que melhor responderam às perguntas da pesquisa e que pudessem ser utilizadas na segunda etapa.

Com o objetivo de ampliar a análise, foi realizada a segunda etapa da pesquisa. Essa etapa contou com a colaboração de 14 professores de Ciências da cidade G, que participaram de uma oficina de 8h, desenvolvida e ministrada pela pesquisadora. As visões e práticas desses professores foram identificadas a partir dos instrumentos selecionados dentre os utilizados na primeira etapa e reconfigurados para que pudessem fornecer dados que melhor respondessem às questões da pesquisa. Identificamos que as respostas dos professores participantes dessa etapa foram equivalentes àquelas que obtivemos analisando as respostas dos professores participantes da primeira etapa, ou seja, modelos didáticos pessoais híbridos e incoerentes, o conceito de transformações químicas apresentando diversas lacunas e concepções alternativas, podendo ser considerado como distante do conceito cientificamente aceito e uma prática tradicional de ensino, em um nível macroscópico. Os resultados obtidos nas duas etapas formam o corpo da pesquisa.

No primeiro capítulo apresentamos os referenciais teóricos que norteiam a pesquisa: o conceito de transformações químicas, sob a óptica de um processo de construção, nos diversos níveis do conhecimento; as concepções alternativas sobre esse conceito e os saberes necessários aos professores de Ciências; o modelo didático dos professores e as práticas de ensino externadas pelos professores. No segundo capítulo apresentamos uma revisão dos resultados de outras pesquisas em relação aos eixos teóricos desta pesquisa. A metodologia da pesquisa é apresentada no terceiro capítulo.

O quarto capítulo, composto pelos resultados e análises, é formado por

quatro partes: na primeira parte apresentamos e analisamos os resultados em relação aos modelos didáticos dos professores, procurando compreender a coerência desses modelos em relação aos pressupostos de ensino baseado na construção do conhecimento; na segunda parte apresentamos os conceitos de transformações químicas, exemplos e representações manifestados pelos professores e buscamos analisá-los a partir de categorias que emergiram dos próprios resultados e do referencial de Jonhstone (2000), que trata das visões, macroscópica, submicroscópica e representacional da Química; na terceira parte apresentamos e analisamos as práticas externadas pelos professores quando se propõem a ensinar transformações químicas e, finalmente, na quarta parte buscamos traçar um perfil de cada professor, a partir dos resultados obtidos e, também, traçar um perfil do conjunto dos professores, relacionando os resultados obtidos.

No quinto capítulo não apresentamos uma conclusão, porque consideramos que a pesquisa é sempre um processo inconcluso, de forma que optamos por apresentar considerações sobre as respostas às questões que nos guiaram.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O modelo didático dos professores, o conceito de transformações químicas que os professores apresentam e a prática de ensino que os professores declaram constituem os três eixos que norteiam a presente pesquisa. Consideramos que o modelo didático de um professor influencia a sua prática, sendo também influenciado por ela, da mesma forma que o conceito que o professor possui, influencia e pode ser influenciado por sua prática. As relações entre os três eixos da pesquisa podem ser representadas pela figura 1.

A representação sugere a possibilidade de uma relação, mesmo que fraca, entre o modelo didático e os conceitos que o professor apresenta, relação essa que pretendemos identificar.

Figura 1: Representação da relação entre os três eixos da pesquisa.

1.1 O Modelo Didático dos Professores de Ciências

O modelo didático pessoal é um dos instrumentos que utilizamos com o objetivo de identificar como refletem os professores de ciências, pois segundo Santos Jr. (2009), esse instrumento pode dar indícios de como os professores

escolhem o que pretendem ensinar e porque o fazem. Segundo González e Escartín (1996, p.333), *“a caracterização de um modelo didático supõe a seleção e o estudo dos principais aspectos associados ao pensamento docente e à prática educativa”*.

Garcia Perez (2000, p.22) define modelo didático como uma *“potente ferramenta intelectual para abordar os problemas educacionais, ajudando a estabelecer vínculo entre a análise teórica e a intervenção da prática”*. O autor advoga que, se existe a intenção de renovar a realidade educacional, deve-se refletir, profundamente, acerca do tipo de escola desejada e, para tal, propõe que essa reflexão parta da óptica do modelo didático. Para o autor, nossa sociedade tem arraigado o modelo didático tradicional.

Garcia e Porlán (1997, p.9), em um trabalho que analisou, criticamente, os modelos didáticos predominantes no saber profissional, em relação à formação dos professores de Ciências, consideram que *“os modelos academicistas são coerentes com uma concepção tradicional de ensino e com uma imagem do professor como especialista em conteúdos científicos”* e também consideram que:

“professores formados no enfoque tradicional tentam apenas reproduzir, na escola, os conteúdos científicos a que foram expostos, sem que as proposições das ciências da educação, que também receberam e que são incompatíveis com essa forma transmissiva de ensinar, exerçam influência determinante”(Garcia e Porlan, 1997, loc.cit.)

De um modo geral, a concepção de ensino-aprendizagem do professor de Química é ainda a de que ele transmite o saber e o estudante o absorve (LAMAS, 2003) sendo que esse professor geralmente se apóia no livro didático, que é a principal ferramenta utilizada por ele e pelo estudante no processo de ensino-aprendizagem (BOSQUILHA et.al, 1992; CARNEIRO, SANTOS E MOL, 2003).

González e Escartín (1996), a partir de dados coletados durante vários anos, junto a professores do ensino fundamental (EGB) e secundário (BUP y FP)¹, participantes de atividades de formação, descrevem quatro tipos de professores, encontrados no sistema educacional espanhol, em relação à visão de como se deve

¹ Denominações do sistema de ensino espanhol. EGB: educación general básica; BUP: bacharelato unificado polivalente; Fp: formación profesioanal.

ensinar: o professor tradicional, que baseia seu ensino na transmissão-recepção do conhecimento, com a organização do processo priorizando cumprir o programa; o professor tecnológico, que se baseia no planejamento e no controle das variáveis, em busca de um ensino eficaz, sendo considerado como um “transmissor estruturado”; o professor artesão, que é prático, desenvolve seu trabalho sem levar em conta as influências procedentes de outros campos do conhecimento e possui um amplo repertório de experiência em sala de aula; o professor empirista, aquele que acredita que o estudante seja capaz de reelaborar o conhecimento de acordo com a situação, a partir do desenvolvimento de processos cognitivos e, portanto, baseia o ensino na descoberta e o professor construtor que faz um planejamento curricular aberto, negociável, em construção e reconstrução permanente, a partir das idéias prévias dos estudantes, utilizando uma metodologia por resolução de problemas de investigação, dirigida por ele e modificada pela interação com os estudantes, utilizando também atividades experimentais abertas.

Segundo os autores, todo docente utiliza vários modelos, dependendo das circunstâncias, comparando essa composição de vários modelos a um ecossistema, no qual a predominância de um modelo significaria a redução de outros. Eles consideram que seria desejável a utilização, pelos professores, do que tem de positivo em cada modelo, numa postura eclética que, para os autores, respeitaria a personalidade e a história de cada indivíduo, além de favorecer as mudanças.

Nós concordamos com os autores quando defendem a utilização, pelo professor, de algumas características dos diferentes modelos, dependendo do contexto do seu trabalho, porém criticamos, no presente trabalho, o fato dos professores, que participaram de nossa pesquisa, concordarem com proposições antagônicas nas diversas dimensões do ensino, o que nos leva a considerar que, nesse caso, o professor esteja demonstrando que não apresenta definição racional em relação ao ensino.

São quatro os modelos didáticos propostos por Garcia Perez (2000): Tradicional, Tecnológico, Espontaneísta e Alternativo (Quadro 1). De acordo com o autor, os quatro modelos didáticos apresentam características diferenciadas em relação às dimensões: ‘Objetivo’ que o professor propõe para o ensino; ‘Conteúdo’ que o professor pretende ensinar; maneira como o professor considera os interesses

do estudante, ou seja, a ‘Contribuição’ do estudante; modo como o professor se propõe a ensinar, ou seja, ‘Metodologia’ do professor e como o professor se propõe a realizar a ‘Avaliação’ da aprendizagem dos estudantes.

Quadro 1 – Características dos modelos didáticos

Dimensões analisadas	Modelo didático			
	Tradicional	Tecnológico	Espontaneísta	Alternativo *
Objetivo	*Proporcionar as informações fundamentais da cultura vigente. *Obsessão pelos conteúdos.	*Proporcionar uma formação “moderna” e “eficaz”. * Obsessão pelos objetivos. Segue uma programação detalhada.	* educar o estudante, mergulhando-o na realidade imediata. * Importância do fator ideológico	* Enriquecimento progressivo do conhecimento do estudante até modelos mais complexos, de entender o mundo e de atuar nele. *Importância da opção educativa que se tome.
Conteúdo	* Sínteses do saber disciplinar. *Predomínio das “informações” de caráter conceitual.	*Saberes disciplinares atualizados com incorporação de alguns conhecimentos não disciplinares. Conteúdos preparados por especialistas para serem utilizados pelos professores. * Importância do conceito, porém outorgando também certa relevância às habilidades.	*Conteúdos presentes na realidade imediata. *Importância das habilidades e das atitudes.	* Conhecimento “escolar” que integra diversos referentes (disciplinares, cotidianos, problemática social e ambiental, conhecimento metadisciplinar). *A aproximação do conhecimento escolar desejável se realiza através de uma “hipótese geral de progressão na construção do conhecimento”.
Contribuição do estudante	*Não leva em conta, não se interessa pelas idéias dos estudantes.	*Não considera os interesses dos estudantes. *Às vezes considera as idéias dos estudantes, considerando-as como “erros” que tem que substituir por conhecimentos adequados.	*Considera os interesses imediatos dos estudantes. *Não considera as idéias dos estudantes	* Considera os interesses e as idéias dos estudantes, tanto em relação ao conhecimento proposto, como em relação à construção desse conhecimento.

Continuação do Quadro 1 – Características dos modelos didáticos

	Modelo didático			
	Tradicional	Tecnológico	Espontaneísta	Alternativo*
Metodologia	<p>* Metodologia baseada na transmissão pelo professor</p> <p>* Atividades centradas na exposição do professor, com apoio no livro texto e em exercícios de revisão.</p> <p>* O papel do estudante consiste em escutar atentamente, “estudar” e reproduzir nos exames os conteúdos transmitidos.</p> <p>* O papel do professor consiste em explicar os temas e manter a ordem na classe.</p>	<p>* Metodologia vinculada aos métodos das disciplinas.</p> <p>* Atividades que combinam a exposição e as práticas, freqüentemente em forma de seqüência de descoberta dirigida (e em ocasiões de descoberta espontânea).</p> <p>* O papel do estudante consiste na realização sistemática das atividades programadas.</p> <p>* O papel do professor consiste na exposição e na direção das atividades de classe, além de manter a ordem.</p>	<p>* Metodologia baseada na “descoberta espontânea” por parte do estudante.</p> <p>* Realização por parte do estudante de múltiplas atividades (freqüentemente em grupos) de caráter aberto e flexível.</p> <p>* Papel central e protagonista do estudante (que realiza grande diversidade de atividades).</p> <p>* O papel do professor não é o de dirigir; coordena a dinâmica social da classe como líder social e afetivo.</p>	<p>* Metodologia baseada na idéia de “investigação (escolar) do estudante”.</p> <p>*Trabalho em torno de “problemas” com seqüências de atividades relativas ao tratamento desses problemas.</p> <p>*Papel ativo do estudante como construtor (e reconstrutor) do seu conhecimento.</p> <p>* Papel ativo do professor como coordenador dos processos e como “investigador em aula”.</p>
Avaliação	<p>* Centrada em “recordar” os conteúdos transmitidos.</p> <p>* Tem como foco o resultado.</p> <p>*Realizada mediante exames.</p>	<p>*Centrada na mediação detalhada das aprendizagens.</p> <p>* Voltada para o resultado, porém tem intensão de medir alguns processos (por exemplo teste inicial e final).</p> <p>* Realizada mediante testes e exercícios específicos.</p>	<p>* Centrada nas habilidades e , em parte, nas atitudes.</p> <p>* Atende ao processo, mesmo que não seja de forma sistemática.</p> <p>* Realizada mediante a observação direta e a análise de trabalhos de estudantes (sobretudo de grupos).</p>	<p>* Centrada tanto no seguimento da evolução do conhecimento dos estudantes, da atuação do professor e no desenvolvimento do projeto.</p> <p>* Atende de maneira sistemática aos processos. Reformulação a partir das conclusões que vão sendo obtidas.</p> <p>* Realizada mediante diversidade de ferramentas de monitoramento (produções dos estudantes, diário do professor, observações diversas...)</p>

(GARCIA PEREZ , 2000, p.28 – tradução nossa)

1.1.1 Modelo didático Tradicional

O professor tem como objetivo transmitir os conteúdos da cultura vigente a partir de conceitos, sem levar em conta os interesses do estudante. Segundo Garcia e Porlán (1997, p.8), os defensores desse modelo “*menosprezam outros saberes*”, além do saber disciplinar. As aulas são expositivas. A avaliação ocorre sob a forma de exames que buscam saber se o estudante recorda-se do que foi a ele transmitido.

Para Gonzalez e Escartín (1996), o professor transmissor ensina sob um esquema muito semelhante à sua formação, utilizando quase exclusivamente o livro texto e, quando utiliza outras mídias, o faz de forma expositiva. Vê-se como a autoridade na sala de aula e sua prioridade é o cumprimento do programa. Em geral não utiliza aulas experimentais e, quando o faz, predominam a demonstração e a comprovação da teoria estudada.

Esse professor se sente satisfeito com o ensino que proporciona e, por esse motivo, não busca alternativas para o ensino tradicional.

1.1.2 Modelo didático Tecnológico

O professor se propõe a proporcionar uma formação centrada em saberes atualizados, a partir de objetivos bem definidos. As idéias dos estudantes, quando consideradas, são tidas como erros conceituais. As aulas mesclam a exposição com a proposta do ensino por descoberta dirigida. As avaliações se dão mediante testes e exercícios.

Segundo Garcia e Porlán (1997, p.10), os defensores desse modelo “*compartem com o anterior a supremacia que outorgam ao saber acadêmico, mas diferem na maneira de tornar efetiva essa supremacia na prática docente*”. Em relação à prática docente, os autores consideram que não ocorre a reprodução direta do saber acadêmico, mas sim um conjunto de técnicas, habilidades e

competências.

Gonzalez e Escartín (1996) consideram que o professor tecnológico é um insatisfeito com o modelo tradicional e procura encontrar alternativas a esse modelo, trabalhando em função dos objetivos, buscando facilitar a aprendizagem, porém sempre com seqüências didáticas e práticas de laboratório estruturadas.

O professor que trabalha segundo esse modelo começa a demonstrar insatisfação em relação ao modelo tradicional, buscando alternativas e atualização, porém ainda permanece com suas práticas tradicionais.

1.1.3 Modelo didático Espontaneísta

O professor, por sua ideologia, propõe-se a ensinar o estudante de acordo com a realidade imediata, buscando a formação de habilidades e competências. Apesar de levar em conta os interesses do estudante, não parte de suas idéias. Utiliza múltiplas atividades abertas e flexíveis, nas quais o estudante é o protagonista. As avaliações ocorrem mediante observação direta, muitas vezes a partir de trabalhos em grupos.

Segundo Garcia e Porlán (1997, p.12), os defensores desse modelo *“priorizam o saber fenomenológico, baseado na experiência profissional e desenvolvido no contexto escolar, frente ao saber acadêmico e tecnológico”* e acreditam que o ensino e a aprendizagem ocorrem espontaneamente, ou seja, *“se aprende a ensinar ensinando, se aprende a inovar inovando, sem a necessidade de um planejamento específico.”* (GARCIA e PORLÁN, 1997, p.12).

Para Gonzalez e Escartín (1996), o professor que adota esse modelo está insatisfeito com o modelo tradicional, com as estruturas e com o processo educacional. Diante disso, não realiza planejamento e concede aos estudantes autonomia no processo de aprendizagem. Comunica-se com os estudantes de forma aberta, interativa e espontânea, improvisando situações, sem um esquema prévio, de forma que sua metodologia é improvisada. Utiliza fontes diversas e as atividades experimentais são empiristas, podendo improvisar experimentos para solucionar

dúvidas dos estudantes. As atividades geralmente são contextualizadas, com problemas de fácil solução.

O professor que trabalha segundo esse modelo é insatisfeito em relação aos modelos tradicionais e, por isso, trabalha buscando a inovação, improvisando suas práticas.

1.1.4 Modelo didático Alternativo

O professor que compartilha desse modelo acredita na evolução progressiva do conhecimento, considerando que assim o estudante cada vez mais entende e atua no mundo. Dessa forma, trabalha com conteúdos disciplinares, cotidianos, sociais e ambientais e considera tanto os interesses como as idéias dos estudantes. Utiliza a metodologia investigativa, abordando problemas nos quais o estudante tenha papel ativo e, o professor, papel de coordenador. A avaliação é sistêmica e realizada a partir de múltiplos instrumentos.

Segundo Garcia e Porlán (1997, p.17), os defensores desse modelo atuam como professores-investigadores, o que requer “*uma definição do saber profissional desejável como conhecimento complexo*” (apud MARTÍN DEL POZO, 1994² e PORLÁN; MARTÍN, 1994³).

Gonzalez e Escartín (1996) classificam esse professor como construtor. Para os autores, esse tipo de professor ajuda a produção do conhecimento do estudante ao partir dos conhecimentos prévios. Coordena os estudantes e orienta, dirigindo as situações e modificando-as pela interação com os estudantes, que têm acesso a diversos tipos de leituras e atividades. Utiliza metodologia investigativa, sugere atividades e experimentos, que também podem ser sugeridos pelos estudantes.

² MARTIN DEL POZO, R. **El conocimiento Del cambio químico em La formación inicial Del profesorado.** Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los Estudiantes de magistério. Teses de Doutorado. Universidade de Sevilha, 1994.

³ MARTIN, J. e outros. La alimentación humana como conocimiento escolar em La enseñanza primaria. **Investigación em la Escuela**, v.23, p.77-87, 1994.

1.1.5 Os Modelos didáticos como um processo evolutivo do saber profissional

Consideramos que, objetivando o ensino por construção do conhecimento, os quatro modelos didáticos podem configurar um processo evolutivo do saber profissional, processo que ocorre de forma não linear, desde o modelo tradicional, baseado na exposição do conhecimento científico, até o modelo alternativo.

De acordo com essa óptica, o modelo tecnológico seria considerado como uma evolução, sem ruptura das crenças dos professores, em relação ao paradigma tradicional, o que poderia significar que o professor estaria apenas insatisfeito e buscando alternativas para o modelo tradicional, apesar de persistir no paradigma tradicional.

Por outro lado, o modelo espontaneísta significaria uma evolução com ruptura das crenças do professor em relação ao paradigma tradicional, visto que seria uma negação das proposições desse paradigma, em função do construtivista. Neste caso, o professor estaria negando os modelos tradicional e tecnológico, que já não considera capazes de promover a aprendizagem e, por não apresentar ferramentas epistemológicas para trabalhar segundo o modelo alternativo, assumiria uma posição que, segundo Garcia e Porlán (1997, p.12) “*oscila entre o individualismo ingênuo (a teoria é mera especulação...) e o realismo extremo (as teorias e as técnicas didáticas universais não servem. Tudo depende de cada contexto concreto).*”

A evolução do modelo didático espontaneísta para o alternativo também seria uma transição sem ruptura, pois ambos se circunscrevem em um paradigma construtivista. O estágio da evolução do modelo didático do professor seria a transição de um modelo espontaneísta para um modelo alternativo, que significaria uma transição sem ruptura, dentro do paradigma construtivista. No contexto de um ensino que leve à construção do conhecimento, o modelo alternativo significaria o um avanço em termos de concepções que definem o modelo didático, pois ele apresentaria os conhecimentos didáticos necessários para partir das concepções dos estudantes e, por meio da interação com os mesmos, orientá-los na elaboração

e investigação de problemas, análise e comunicação dos resultados, propiciando assim a oportunidade de que construam os próprios conhecimentos.

Defendemos que o professor que apresenta um modelo didático alternativo seja capaz, se assim o desejar, de promover o ensino a partir de uma abordagem investigativa e de oportunizar a construção de conceitos científicos, dentre eles o conceito de transformações químicas.

Guimarães e Echeverría (2006, p.341), acreditam que os professores “*vivem um momento de transição de suas concepções,...configurando um modelo didático eclético, com matizes dos diversos modelos*. Para as autoras, esse estágio, configurado por um “*modelo eclético*” poderia indicar que os professores estariam passando por um processo evolutivo no que concerne à profissão.

1.2 O ensino de Ciências como um processo de construção do conhecimento e os saberes necessários aos professores.

Aprender Ciências envolve aprender a linguagem aceita pela comunidade científica e a ação do professor é fundamental no sentido de permitir ao estudante acesso a ferramentas e convenções da Ciência.

O primeiro pressuposto de nosso trabalho é a defesa de que o conhecimento não deve ser diretamente transmitido pelos professores e sim construído como um processo que, partindo das concepções prévias dos estudantes, seja planejado com atividades desafiadoras e investigativas que permitam ao estudante o estabelecimento de relações entre seus conhecimentos e os que estão sendo tratados em sala de aula, ou seja, suas idéias prévias e os novos conhecimentos. (DRIVER et al. 1999).

Dessa forma, o processo de aprendizagem corresponde à construção e reconstrução de teorias acerca da realidade, processo no qual o estudante se envolve ativamente e que depende dos conhecimentos que tenha adquirido anteriormente, ou seja, depende de suas concepções prévias. Dentre essas concepções prévias estão presentes concepções científicas e concepções

espontâneas ou do senso comum, as concepções alternativas, que são resistentes à reestruturação e podem interferir na aprendizagem (POZO et al., 1991), merecendo, portanto, atenção especial do professor.

Carvalho (2004) ressalta que, para que o ensino promova a enculturação científica, ou seja, para que o estudante aprenda a argumentar e exercitar a razão é necessário que o professor domine diversos saberes como, por exemplo, saber fazer que seus estudantes aprendam a argumentar, criando um ambiente propício aos estudantes para exporem e discutirem suas idéias. É também necessário que o professor saiba elaborar as atividades e dirigir os trabalhos para que os objetivos propostos sejam alcançados. A autora argumenta que esse conjunto de saberes se torna um problema, na medida em que há uma distância entre o que o professor discute nos cursos de formação e sua prática docente.

Para Moraes (2008, p.116), construir significa "*que o sujeito para adquirir conhecimentos, necessita interagir com os objetos de conhecimento, sejam eles concretos, sejam simbólicos.*" A necessidade de um enfoque alternativo ao modelo tradicional, portanto, traz consigo a necessidade da formação continuada dos professores. Para Campanário e Mota (1999, p.189), "*esta formação contínua implica uma transformação contínua*" (tradução nossa).

Ramos (2008) considera que a reflexão epistemológica é de grande importância para que o professor consiga conhecer suas próprias crenças e convicções relacionadas à própria prática e se tornar capaz de analisar o ensino, avaliando o processo de construção do conhecimento experimentado pelos estudantes, discernindo com clareza os significados de ensinar e aprender ciências.

O autor defende que há na escola um discurso construtivista, que contrasta com a prática, na qual o estudante é visto como "página em branco". Considera que a visão empirista é muito resistente nos professores de ciências, e que essa visão tem como consequência a ênfase na transmissão do conhecimento e o uso de experimentos voltados para a demonstração de leis e teorias. Outras características do ensino de ciências citadas pelo autor e consideradas, por ele, como inadequadas, são a ênfase no vocabulário técnico, objetivos restritos à memorização de fatos e domínio de fórmulas e a perspectiva individual do ensino.

Driver et al. (1999, p.39) afirmam que “*o ensino visto na perspectiva construtivista é uma aprendizagem para o professor*”. O professor construtivista deve assumir uma postura que incentiva a participação dos estudantes em atividades de investigação, interagindo com os objetos do conhecimento, ou seja, concebendo o estudante como construtor de significados (MORAES, 2008).

Essa perspectiva exige que o professor, além do conhecimento específico, esteja consciente do seu papel ao planejar e coordenar atividades em sala de aula (SUART, 2008), sendo capaz de adaptar-se e corrigir suas deficiências, experimentando continuamente novas idéias. Para Talanquer (2004), o êxito de um bom professor está na sua habilidade em transformar pedagogicamente o conteúdo científico de forma a facilitar a aprendizagem significativa.

Acreditamos que a melhoria do processo do ensino e aprendizagem de Ciências e de Química aconteça, como ressalta Schnetzler (2002, p.15), “*por intermédio da ação do professor*” que, em sua essência, deve ser também um aprendiz do conteúdo científico e do próprio fazer pedagógico. Dessa forma, o professor é também participante do próprio processo de construção e reconstrução do conhecimento o que significa, segundo Moraes (2008, p.109), que “*cada professor está permanentemente construindo suas próprias concepções de ensinar e aprender*”.

1.3 O conceito de Transformações Químicas

Consideramos que o conceito de transformações químicas deve ser abordado a partir dos três níveis conceituais propostos por Johnstone (2000, p.11, tradução nossa) “*nível macroscópico, que se pode ver; nível submicroscópico, de átomos, moléculas, íons, estruturas e o nível representacional, de símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulação matemática e de gráficos*”. Johnstone (1999, 2006) representa os três níveis conceituais, a partir da figura de um triângulo (figura 2).

Figura 2 : Três níveis conceituais para transformações químicas, segundo Johnstone (2006, p.59)

De acordo com o autor, cada vértice representa a abordagem apenas em um dos níveis; cada linha representa a abordagem a partir de dois dos três níveis, que fazem vértice nessa linha, enquanto o interior do triângulo representa a abordagem a partir de inter-relações dos três níveis, sendo que a posição dentro do triângulo é determinada pela proporção da abordagem de cada nível.

Esse modelo, que tem sido considerado como a principal forma de representação no ensino de Química, também tem encontrado críticas, assim como tentativas de substituição (WARTHA E REZENDE, 2011).

Os autores citam os trabalhos de Rappoport e Ashkenazi (2008)⁴, Kermen e Méheut (2009)⁵ e Talanquer (2011)⁶. De acordo com os autores, Rappoport e Ashkenazi (2008) apontam uma possível hierarquia no modelo de Johnstone, provocada pela presença do nível macro no ápice do triângulo e propõem uma inversão do triângulo, de forma que a linha com os vértices correspondentes aos níveis macro e simbólico seria colocada na parte de cima da figura, enquanto o vértice correspondente ao nível submicroscópico ocuparia a parte de baixo da figura, o que representaria, segundo Wartha e Rezende, que os níveis macroscópico e simbólico emergiriam do nível submicroscópico.

⁴ Rappoport, L. T & Ashkenazi, G. **Connecting Levels of Representation: emergent versus submergent perspective**. International Journal of Science education, 30(12), 1585-1603, 2008.

⁵ Kermen, I. e Méheut, M. **Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French student's reasoning**. Chem. Educ. Tes. Pract, 10, 24-34, 2009.

⁶ Talanquer, V. **Macro, Submicro and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet**. International Journal of Science Education, 33(2), 179-195, 2011.

Segundo Wartha e Rezende (2011), Kermen e Méheut (2009) substituem a figura do triângulo por um tetraedro porque fazem a distinção entre o nível empírico e sua representação simbólica, enquanto Talanquer (2011) utiliza um modelo mais complexo, que propõe subdivisões no nível experimental e no nível representacional.

Talanquer (2011, p.181, tradução nossa) considera que o modelo triangular de Johnstone *“por ter um foco no modelo particular da matéria (submicroscópico), exclui uma grande variedade de teorias macroscópicas e modelos que os químicos utilizam para explicar e prever as propriedades das substâncias e dos processos químicos”*.

Nós consideramos que o modelo proposto por Johnstone (2000, 2006) consegue demonstrar a relação que existe entre os três níveis do conhecimento científico e que também representa a inter-relação que ocorre, por exemplo, entre os modelos teóricos explicativos e suas representações, ou seja, entre o nível submicroscópico e o representacional, da mesma forma que as explicações, em um nível macroscópico, são expressas por esquemas representativos. Consideramos, também, que para ensinar transformações químicas de forma a promover a construção desse conhecimento, o professor deve ser capaz de expressar, claramente, esse conceito nos três níveis do conhecimento.

Diante do exposto, Transformações químicas podem ser definidas, em um nível macroscópico, como *“processos que convertem substâncias em outras substâncias”* (PAULING, 1972, p.14) e que podem ter evidências físicas perceptíveis como aumento ou redução de temperatura; formação de precipitado; liberação de gás e alteração de cor.

Em termos microscópicos, definimos transformações químicas como processos de modificação da estrutura da matéria, que ocorrem a partir de choques entre as partículas que, se efetivos, promovem a quebra de ligações, o rearranjo de átomos e a formação de novas ligações, com conservação dos átomos participantes. Esse processo pode ser representado por equações químicas, com a utilização de fórmulas e símbolos que representam as substâncias iniciais, as substâncias produzidas e, também, a partir do balanceamento, a conservação das massas, que se verifica nas transformações dos materiais.

Martin Del Pozo (1995) apresenta o conceito de transformações químicas, formulado como:

Un proceso de transformación en la organización de determinados sistemas materiales (substancias químicas) producida por el cambio en las interacciones (enlaces químicos). Éstas se establecen entre los componentes del nivel subatômico de la organización (estructura eletrônica), lo que genera una nueva organización (nuevas substancias, mayor diversidad, pero conservándose la unidad, los elementos) como consecuencia del flujo de energía y el orden que se produce en el sistema químico (p.42)

Segundo Atee e Varjola (1998), o conceito de transformações químicas pode ser considerado como aceitável se apresentar as concepções microscópicas de reorganização dos átomos e quebra e formação de ligações, ao mesmo tempo em que incluir a concepção macroscópica de mudança nas propriedades das substâncias.

Os autores categorizaram a compreensão do conceito de transformações químicas em quatro níveis, associados às idéias expressas sobre o conceito aceitável: Nível A – Nenhuma compreensão: Irrelevante ou o conceito apresenta erros graves, como a confusão entre mistura e reação química; Nível B – Algum conhecimento : Exemplos são dados sem explicação ou apresentam exemplos incorretos de reações químicas; Nível C – Compreende, mas as respostas incluem erros : Frequentemente usa incorretamente os termos substância, composto, elemento, átomo e molécula, ou apresenta erros nas equações químicas; Nível D – Compreensão parcial: a resposta inclui ao menos um dos três critérios de resposta aceitável. Geralmente apresentam falhas como a descrição da reação necessitando de duas substâncias para formar o produto; Nível E – Completa compreensão: a resposta apresenta os três critérios da resposta aceitável.

1.3.1 O ensino e a aprendizagem do conceito de Transformações Químicas

Consideramos que o conceito de transformação química deve ser construído, inicialmente, sob o ponto de vista macroscópico (BOSQUILHA et al., 1992;

FENSHAM, 1994; SILVA, SOUZA E MARCONDES, 2008; GEPEQ⁷) agregando, na medida da necessidade, aspectos microscópicos que permitam a elaboração de modelos explicativos, que possibilitem a representação por meio de equações químicas, que explicitem as relações quantitativas, o rearranjo atômico molecular e a conservação dos átomos ou, como afirmam Casado e Raviolo (2005, p.36), “*Saber química é poder aplicar e relacionar o nível macroscópico, o submicroscópico e o simbólico na interpretação de um fenômeno*”. Naklenh (1992), apud Rosa e Schnetzler (1998, p.34)⁸, afirma que “*se o(a) aluno(a) não souber explicar a química utilizando-se de ferramentas ideacionais no nível microscópico, ele(a) efetivamente não aprendeu química.*”

Segundo Fensham (1994), apesar da grande presença das substâncias químicas e das transformações químicas na vida das pessoas, a Química é difícil de ser ensinada. Ele apresenta três maneiras comuns de se iniciar um curso de Química: A) a partir do conceito de substâncias, B) a partir do conceito de estrutura atômica e C) a partir do conceito de transformações químicas.

O autor advoga que a abordagem do ensino de Química a partir de aspectos da estrutura da matéria, por sua dificuldade, pode se tornar um impedimento para o desenvolvimento de concepções apropriadas nos tópicos seguintes e sugere que uma abordagem construtivista seja iniciada por aspectos macroscópicos, próximos do estudante.

Furió-Mas e Domínguez-Sales (2007) alertam que o conceito macroscópico de substância é fundamental para a compreensão do conceito de transformações químicas e que as seqüências de ensino geralmente se iniciam pelos aspectos microscópicos de átomos, moléculas e elementos químicos porque, segundo os autores, os professores acreditam “*ingenuamente*”, que as concepções macroscópicas já são conhecidas pelos estudantes e que, por isso, os estudantes se apropriarão das concepções microscópicas, associando-as às concepções macroscópicas que já possuem.

Azcona et al., (2004) consideram que, para que os estudantes compreendam o conceito de transformações químicas, é necessário que eles saibam distinguir

⁷ Grupo de Pesquisa em Educação Química – comunicação restrita

⁸ NAKHLEH, M. **Why some students don't learn chemistry – chemical misconceptions.** Journal of Chemical Education v.69, n.3, p.191-196, 1992.

transformações químicas de físicas, a partir das propriedades específicas das substâncias, consigam reconhecer, macroscopicamente, a ocorrência de uma transformação química e possam interpretar, microscopicamente, a transformação química, levando em conta a conservação atômica.

Para os autores, o nível macroscópico permite elaborar explicações sobre as diferenças entre as transformações físicas e químicas, reconhecer reagentes e produtos e a conservação da matéria, o nível submicroscópico além de permitir explicar a formação de novas substâncias pela redistribuição dos átomos e a conservação dos átomos de cada elemento, também permite explicar a representação por meio de símbolos, fórmulas e equações químicas.

Solsona e Izquierdo (1999) consideram que, ao final do ensino secundário, o estudante deve ser capaz de ir além do reconhecimento de que transformações químicas envolvem a formação de novas substâncias, devendo seu modelo teórico incluir, também, a idéia de que os elementos são conservados em qualidade e quantidade, nas transformações químicas.

Martin Del Pozo (1994), tendo como base a história da ciência, elegeu seis conceitos que considera estruturadores para o entendimento de transformações químicas. Segundo a autora, os conceitos de substância e elemento químico são estruturadores do conceito macroscópico, no qual a transformação química é um processo que ocorre com formação de novas substâncias, com conservação dos elementos.

Os conceitos de átomo e íon são considerados, pela autora, como estruturadores do conceito microscópico no qual transformação química é um processo de reorganização dos átomos das substâncias iniciais, resultando em novas substâncias, sendo a identidade dos átomos conservada. Finalmente, os conceitos de ligação química e estrutura eletrônica dos átomos são considerados como estruturadores do conceito de transformação química como um processo que ocorre com rompimento das ligações estabelecidas pelos pares de elétrons mais externos dos átomos, formando novas ligações, que constituem substâncias diferentes das iniciais, processo que ocorre com conservação de matéria e energia.

Solsona e Izquierdo (1999, p. 69-71, tradução nossa) detectaram quatro modelos de transformações químicas entre os estudantes da escola secundária:

- *Modelo incoerente é aquele que não explica a transformação química; os exemplos citados têm caráter ilustrativo e não são razoáveis. O estudante não utiliza, claramente, terminologia, macroscópica ou microscópica para descrevê-lo.*
- *Modelo mecânico é aquele no qual o discurso é construído em torno de uma explicação microscópica, sem dar ênfase aos fenômenos.*
- *Modelo cozinha, no qual o discurso é construído fundamentalmente em torno dos fenômenos, com terminologia macroscópica, citando um ou dois exemplos, a partir dos quais se deduz o que é uma transformação química.*
- *Modelo interativo é aquele no qual transformação química é interpretada em termos de mudanças de substâncias, ao dizer da formação de novas substâncias, que substituem claramente as substâncias iniciais. A redação é coerente e equilibrada entre os níveis macroscópico e microscópico.*

Consideramos que a falta de compreensão do conceito de transformações químicas nos três níveis do conhecimento resulta em dificuldade para a elaboração de explicações para os fenômenos.

De acordo com Bosquilha et al., (1992, p.356), o ensino e a aprendizagem do conceito de transformações químicas deve ser construído e reconstruído “*ancorado em conceitos mais específicos*” (AUSUBEL et al, 1980, apud BOSQUILHA et al, 1992)⁹. Dessa forma, os autores sugerem que esse processo se inicie com o conceito de interação, a partir dos aspectos macroscópicos, para, posteriormente, conceituar transformação química como um tipo de interação que provoca a formação de novos materiais.

Os autores consideram que, para a compreensão do conceito de transformações químicas, é fundamental que os estudantes, inicialmente em nível macroscópico, caracterizem os estados inicial e final do sistema que interage; concebam os conceitos de tempo, energia e evidências envolvidos nas transformações químicas; identifiquem reagentes e produtos; considerem a conservação das massas e reconheçam a formação de novos materiais para, em um momento seguinte, conceituar, em um nível microscópico, percebendo as transformações químicas, como resultado de interações que provocam rearranjos de

⁹ Ausubel, D.P., Novak, J. D. e Hanesian, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

átomos, com formação de novos materiais, o que pode ser interpretado sob a forma de modelos e representado sob a forma de equações.

De acordo com Silva, Souza e Marcondes (2008, p.114), para que o estudante transite do plano observável, macroscópico, para o plano microscópico, é necessário que ele desenvolva “*competências adequadas para reconhecer e empregar a representação simbólica das transformações químicas*”.

Marten Del Pozo (1995) apresenta a hipótese de que ocorra uma ampliação do conhecimento escolar sobre o conceito de transformações químicas, desde uma visão que considerou como uma *Visão Aditiva Simples*, até uma *Visão Sistêmica*.

Para a autora, na *Visão Aditiva Simples* uma transformação química é vista como um acontecimento. Não ocorre o estabelecimento de relações entre o nível macroscópico e o microscópico. A matéria é percebida como contínua, as transformações são reconhecidas como acontecimentos espetaculares e o reconhecimento das evidências das transformações químicas ocorre sob a óptica de uma visão particular.

Uma evolução dessa visão, apontada pela autora é a *Visão Aditiva mais Complexa*, na qual uma transformação química é vista como um processo linear. Neste caso admite-se alguma descontinuidade na matéria, que indica alguma transição do nível macroscópico para o nível microscópico, porém ainda não há uma diferenciação entre elemento, composto e substância e também não há uma diferenciação entre átomos e moléculas. Ocorre também uma confusão entre misturas e compostos. Transformações químicas e físicas são diferenciadas em função do estado inicial e do estado final, considerando o critério reversível ou irreversível. Podem aparecer concepções nas quais as substâncias mudam suas propriedades durante as transformações químicas, a concepção de que ocorre desaparecimento de substância ou, ainda, a concepção de transmutação.

De acordo com a autora, na *Visão Sistêmica*, uma transformação química é vista como interação. Ocorre o reconhecimento em um nível macroscópico, da formação de substâncias com propriedades diferentes das substâncias iniciais, em nível microscópico, o reconhecimento do rompimento das ligações e reorganização dos átomos formando novas ligações, com conservação da quantidade e da identidade dos átomos participantes.

Rubilar e Izquierdo (2011, p.213), afirmando que “*tener critério químico es ser capaz de identificar los cambios químicos en el mundo que nos rodea*” questionam o fato do ensino e da maioria dos livros de Química se iniciar com aspectos submicroscópicos de átomos, ligações, fórmulas e estequiometria, com o capítulo dedicado a transformações químicas situado após esses temas terem sido abordados.

Os autores criticam que o que aparece nos livros de química e, por consequência no ensino, é muito distante do que ocorreu na história da química e defendem, apoiados na história e na filosofia da Química, que o ensino de Química se inicie a partir do conceito de transformações químicas, que consideram ser mais próximo da realidade do estudante.

Primero se conocieron y estudiaron cambios químicos, después se configuraron las ‘reglas’ que los relacionaban entre ellos y los conceptos que permitieron representarlos y los símbolos que facilitaban la comunicación de las particularidades de los cambios que, por otra parte, iban formando parte del paquete ‘cambios químicos’ que compartían lo que se consideraban sus características principales.

Lo que hace que la química sea una ciencia viva es el interés por los cambios, no el dominio de unas determinadas definiciones, ni tan sólo una determinada representación de la estructura de los materiales [...].

En el enseñanza de la química el panorama es muy diferente que nos muestra la historia. [...] En la mayoría de libros de texto el cambio químico no aparece como algo especial y sorprendente que se ha ir conociendo poco a poco para llegar a comprenderlo, sino que se define desde el principio como una ‘reorganización de átomos de los elementos’ que tiene lugar quando reaccionan sustancias, que son diferentes de las misturas. (RUBILAR e IZQUIERDO, 2011, p.213, tradução nossa)

Nós, do grupo GEPEQ – IQ - USP¹⁰, defendemos que o conceito de transformações químicas não apenas seja o conceito inicial de um curso de Química, mas, que seja um fio condutor para a formação, ou seja, um conceito articulador para o ensino e a aprendizagem dos demais conceitos, sendo introduzido para:

¹⁰ GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química – Instituto de Química – USP - SP

“permitir a compreensão do mundo físico, social, político e econômico, organizando o estudo a partir de fatos mensuráveis, perceptíveis, para que os estudantes possam entender as informações e os problemas em pauta, além de estabelecerem conexões com os saberes formais e informais que já apresentam. Somente então, as explicações que exigem abstrações devem ser introduzidas, deixando claro que não são permanentes e absolutas, mas sim provisórias e historicamente construídas pelo ser humano.”
(MARCONDES et al. 2008, p.42)

Dessa forma, consideramos que a escolha do que ensinar deve permitir a compreensão do mundo, de forma que os estudantes possam *“estabelecer conexões entre os saberes formais e informais que já apresentam”* (MARCONDES et al., 2008, p.42). Por esse motivo, consideramos que o ensino de Química deve se iniciar *“a partir de aspectos macroscópicos das transformações químicas, caminhando para as possíveis explicações em termos de natureza da matéria”* (ibid., p.43). Essa proposta se baseia na premissa de que o conceito de transformações químicas esteja presente na estrutura cognitiva do estudante, com um caráter geral, amplo e inclusivo, de forma que pode ser diferenciado, progressivamente, até conceitos mais específicos, proporcionando assim uma aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 1980¹¹ apud PITOMBO e MARCONDES, 2000).

Defendemos, portanto, que o ensino do conceito de transformações químicas inicie o ensino de química para o 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma abordagem macroscópica, e que os demais conceitos sejam ensinados na medida da necessidade, para promover explicações nos diferentes níveis do conhecimento. Dessa forma, transformações químicas seria um conceito integrador dos demais conceitos.

1.3.2 O conceito de Transformações Químicas em livros de Química Geral

Apesar do presente trabalho não ser voltado para a revisão de livros didáticos, consideramos necessária uma breve imersão em livros de Química Geral

¹¹ AUSUBEL, Novak & HANESIAN. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

em busca do conceito de transformações químicas que esses materiais apresentam, por considerarmos que os livros didáticos representam um papel importante na prática docente e que os professores que colaboraram, sendo sujeitos dessa pesquisa, durante sua formação acadêmica, puderam ter acesso a livros de Química Geral.

Selecionamos dois desses livros, que acreditamos estarem presentes na maioria das bibliotecas dos cursos universitários que têm a Química como um dos seus conteúdos, para analisar como é apresentado o conceito de transformações químicas. Dessa forma, analisamos aqui os livros Química Geral (LINUS PAULING, 1969)¹², considerado um clássico da literatura da Química Geral e Princípios de Química (ATKINS e JONES, 2006)¹³, que é um livro de grande tiragem e muito citado por estudantes.

Buscamos, nos livros, como e onde o conceito de transformações químicas é apresentado, procurando identificar que conceitos os autores consideram como pré-requisitos para o conceito de transformações químicas e também compreender como o conceito é apresentado nos aspectos macroscópico, simbólico e microscópico.

A - Linus Pauling (1967) ⁽⁵⁾

Linus Pauling (1969), em seu livro, apresenta o conceito macroscópico de reações químicas como sendo “*processos que convertem substâncias em outras substâncias*” (p.14). A seguir, na mesma página, o autor apresenta exemplos de transformações químicas e aspectos macroscópicos que identificam essas transformações.

Após abordar conceitos relacionados à estrutura do átomo e também os conceitos de substâncias e compostos, o autor, partindo de uma descrição

¹² PAULING, Linus . **Química Geral**. Rio de Janeiro: LTC, 1967.

¹³ ATKINS, Peter e JONES, Loretta. **Princípios de Química**. Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

macroscópica, de fenômenos e experimentos, apresenta figuras que representam a transformação química descrita, de acordo com o modelo atômico de Dalton, retomando o conceito de transformações químicas ao afirmar que *“A esse processo pelo qual substâncias se transformam em outras substâncias, devido a rearranjo de átomos, dá-se o nome de reação química”* (PAULING, 1967, p.90). O autor, então, discute esse conceito e, a seguir, representa simbolicamente a equação química apresentando a definição: *“Ao processo de introduzir coeficientes numéricos adjacentes às fórmulas dos reagentes e produtos, até que se obtenha igual número de átomos de todos os elementos em ambos os lados da equação, dá-se o nome de equilíbrio da equação”* (Ibid., p.93). A partir dessa definição, o autor apresenta, com exemplos, os diferentes aspectos das transformações químicas, como os cálculos estequiométricos, a obtenção e a reatividade de metais, as reações de oxi-redução, eletrólise e pilhas, representando-os por meio de equações químicas.

Linus Pauling retoma o conceito de transformações químicas para afirmar que *“toda reação química requer algum tempo para se completar, mas algumas reações são muito rápidas enquanto que outras são muito lentas”* (Ibid., p.431) para, a partir dessa definição, discutir a velocidade das transformações químicas, por meio de exemplos e de equações químicas para, no capítulo seguinte, apresentar o equilíbrio químico.

A energia envolvida nas transformações químicas é apresentada pelo autor quando afirma que *“algumas reações químicas (exotérmicas) se dão com liberação de calor e algumas (endotérmicas), com absorção de calor”* (Ibid., p.693) O autor apresenta exemplos e representações simbólicas para explicar essa relação.

A análise do livro demonstra que, a partir de seu estudo, é possível construir um conceito de transformações químicas sob uma visão macroscópica e representacional e que contemple os diversos aspectos desse conceito.

B - Petter Atkins e Loretta Jones (2006) ⁽⁶⁾

Atkins e Jones (2006, p.28) apresentam, na sessão fundamentos, a idéia de que a Química deve funcionar nos três níveis do conhecimento, macroscópico, microscópico e simbólico, afirmando que *“o químico pensa em um nível*

microscópico, conduz experimentos em um nível macroscópico e representa as duas coisas através de símbolos”.

Os autores apresentam o conceito macroscópico para transformações químicas, afirmando que *“Uma reação química é o processo de mudança química, isto é, de conversão de uma ou mais substâncias em outras substâncias”* (ATKINS e JONES, 2006, p.28). Para exemplificar o conceito os autores utilizam equações químicas, ao mesmo tempo em que apresentam figuras que representam modelos microscópicos, construídos a partir das idéias de Dalton.

Em diversas partes do livro, os autores retomam o conceito de transformações químicas com ilustrações dos fenômenos e experimentos, representações simbólicas desses fenômenos e representação segundo o modelo de partículas.

Os autores ampliam o conceito de transformações químicas quando apresentam que *“Qualquer reação química é acompanhada por transferência de energia, na forma de calor”* (Ibid., p.324). A essa definição, os autores aliam figuras e representações simbólicas de transformações químicas, para explicar os efeitos energéticos, a entropia e a energia livre nas reações químicas.

O conceito de transformações químicas é, novamente, retomado pelos autores no capítulo que trata da cinética química, quando afirmam que *“estamos prontos para construir, em um nível molecular, um modelo de como as reações químicas ocorrem”* (Ibid., p.606) conduzindo, a partir dessa afirmação, suas explicações para a teoria das colisões, utilizando o modelo de partículas e representações simbólicas.

A presença de aspectos macroscópicos, submicroscópicos e representacionais presentes no livro analisado, parece sugerir que o estudo por esse livro possa auxiliar a formação da visão mais ampla do conceito de transformações químicas, o que é desejável para que o professor possa contribuir para que seus estudantes compreendam, adequadamente, esse conceito.

1.3.3 O conceito de Transformações Químicas no CBC de Minas Gerais

Como os professores participantes dessa pesquisa trabalham em Minas Gerais, buscamos identificar a proposta do Currículo Básico Comum de Minas Gerais - CBC (MARTINS et al., 2008) para o ensino de Ciências e, mais especificamente, para o conceito de transformações químicas.

Segundo o CBC, (p. 1) o ensino de Ciências deve ser voltado para a “*construção humana que envolve relações com os contextos cultural, ambiental, sócio-econômico, histórico e político*” e que seja planejado para que ocorra uma evolução, a partir do fenômeno, para aspectos mais abstratos, com a construção de modelos.

O CBC (loc cit) propõe que a formação do conceito de transformações químicas se inicie “*com o reconhecimento, pelos estudantes, das evidências das transformações químicas*”, que os erros conceituais sejam analisados, evitando que as concepções se tornem obstáculos. Para tanto, o CBC propõe que o “*o conceito de reação química envolve ir além do percebido, lançando mão do modelo atômico molecular: os átomos que compõem a matéria se reorganizam nas reações químicas, originando novos materiais, com conservação de massa*”.

Segundo essa recomendação, as habilidades básicas que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do Ensino Fundamental, em relação ao conceito de transformações químicas são: (MARTINS et al., 2008, p. 2-10)

reconhecer a ocorrência de uma reação química por meio de evidências e da comparação entre sistemas inicial e final, sugerido para ocorrer do 7º ao 9º ano;

reconhecer a conservação de massa nas reações químicas, sugerido para o 9º ano;

reconhecer a presença de componentes do ar atmosférico em reações químicas como a combustão, fermentação, fotossíntese e respiração celular, sugerido para ocorrer do 7º ao 9º ano;

reconhecer, através da comparação entre sistemas, fatores que alteram a rapidez das reações químicas, como: temperatura, superfície de contato e catalisadores orgânicos e inorgânicos, sugerido para o 7º ano;

relacionar produção de alimento (glicose) pela fotossíntese com transformação de energia luminosa e transformação de materiais (água, gás carbônico e sais), sugerido para o 8º ano;

relacionar respiração e fermentação com processos de obtenção de energia a partir de alimentos, sugerido para o 8º ano;

reconhecer os seguintes aspectos do modelo de partículas e utilizá-los para interpretar fenômenos: a matéria é feita de muitas partículas e espaço vazio entre elas; as partículas estão em constante movimento em todas as direções; as partículas interagem umas com as outras, sugerido para o 9º ano.

De acordo com essas recomendações, o ensino do conceito de transformações químicas deve ser iniciado, a partir dos aspectos macroscópicos, do reconhecimento das evidências dessas transformações, desde o 7º ano, culminando no 9º ano com a utilização do modelo de partículas para a explicação dos fenômenos, num processo de construção desse conceito.

1.4 Concepções Alternativas sobre o Conceito de Transformações Químicas

O enfoque do ensino a partir das concepções prévias que os estudantes utilizam para compreender os fatos é um dos princípios básicos do ensino na perspectiva do construtivismo (CARMO, 2005). A construção e reconstrução dos conhecimentos dependem das concepções prévias, que podem ser derivadas da escolarização anterior, mas também das experiências cotidianas. Essas concepções podem ser denominadas como concepções alternativas (Gilbert y Suift ¹⁴ 1985, apud Pozo et al., 1991). Segundo Mortimer (1992), os estudantes possuem uma série de idéias alternativas aos diversos conceitos ensinados nas aulas de ciências, sendo essas idéias difíceis de serem mudadas.

Concepções Alternativas são idéias diferentes das cientificamente aceitas. Essas concepções podem estar presentes tanto na estrutura cognitiva de estudantes como de professores, se repetem insistentemente nos diversos níveis escolares e

¹⁴ GILBERT, I.; SWIFT, D. I. Towards a lakatosian analysis on the piagetian and alternative conception research programs. Science Education, v. 69, n. 5, pp. 681-696, 1985

podem ser coerentes em relação às outras explicações dos sujeitos, tornando-se assim um *“serio obstáculo para el aprendizaje de las ciencias”* (CARRASCOSA ALÍS, 2005, p.187). Pozo et al. (1991, p.29) destacam que *“estas são construções pessoais dos alunos, elaboradas de modo mais espontâneo em sua interação cotidiana com o mundo. De fato muitas delas são prévias à instrução”*(p. 29, tradução nossa)

Para Fernández et al. (2002), os professores, assim como seus estudantes, são suscetíveis a possuírem concepções, idéias e comportamentos intuitivos que podem interferir na aprendizagem dos conceitos científicos. Segundo os autores, essas concepções são frutos da *“falta de reflexión crítica y a uma educación científica que se limita, a menudo, a uma simple trasmisión de conocimientos ya elaborados”*. (p. 484)

Segundo Rosa e Schnetzler (1998) as concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas circulam no ambiente escolar, dificultando a aprendizagem desse conceito.

Silva, Souza e Marcondes (2008) defendem que o fator que colabora para o surgimento e a manutenção de concepções alternativas em relação ao conceito de transformações químicas é a complexidade do próprio conceito, admitindo que o ensino de Química precise focalizar na reestruturação das idéias que os estudantes já possuem. Para os autores, *“o reconhecimento por parte dos alunos de suas próprias concepções seria um aspecto importante para o aprendizado de conceitos.”* (p.115).

Diniz (1998) destaca sete características das concepções alternativas: 1. São concepções que nascem das experiências pessoais, sendo essas experiências muito particulares; 2. Não são concepções frágeis, podendo ser gerais e complexas; 3. As concepções estão organizadas de acordo com um esquema lógico para o estudante; 4. São resistentes às mudanças, devido à estruturação e à coerência interna; 5. Continuam a existir apesar da aprendizagem formal, reaparecendo de acordo com o contexto; 6. Não conseguem explicar situações diferentes, demonstrando uma inconsistência que não é percebida pelo estudante; 7. São concepções muito próximas daquelas que vigoraram por longos anos na história da ciência. De acordo com o autor, é necessário que o professor esteja atento em

relação às concepções dos estudantes, de forma a elaborar estratégias para o ensino.

Carrascosa Alis (2005, p.192, tradução nossa) aponta que algumas causas da origem e da persistência das concepções alternativas são:

a influência das experiências físicas cotidianas; a influência da linguagem verbal, visual e escrita; a existência de graves erros conceituais em alguns livros texto; professores que tenham as mesmas idéias alternativas que seus alunos ou que desconheçam este problema e conseqüentemente não o considerem; a utilização de estratégias de ensino e metodologias de trabalho pouco adequadas.

Diversas pesquisas relatam concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas. Chama a atenção o conjunto de concepções apresentado por Anderson (1986, p. 551 – 555, tradução nossa):

- *“É como é”*: não há interesse em buscar explicações para o fenômeno, aceitando simplesmente que as coisas são, como são.
- *Deslocamento*: acredita-se que, na transformação química a substância apenas se desloca, mudando de meio ou de sistema, se separando ou se misturando.
- *Modificação*: segundo essa concepção, a substância produzida é a mesma substância inicial, com alterações em suas propriedades.
- *Transmutação*: de acordo com essa concepção, ocorre a transformação de matéria em energia ou de energia em matéria. Pode também ocorrer a transformação de um elemento químico em outro.

Pozo e Crespo (2009, p.167), com base nessa proposta, elaboraram um sistema de categorias para analisar concepções sobre transformações químicas:

- *Interação*: as substâncias interagem para formar novas substâncias.
- *Deslocamento*: as substâncias aparecem ou desaparecem depois da transformação.
- *Transmutação*: uma substância se transforma em outra, sem ter havido interação.
- *Modificação de Identidade*: a substância muda de aparência, mas continua a mesma.
- *Modificação de quantidade*: a substância continua a mesma, mas varia a quantidade.

Marten del Pozo (1994) destaca que dois obstáculos fundamentais para a compreensão do conceito de transformações químicas são o substancialismo, no qual a transformação química é vista como transformação das propriedades, ou seja, da identidade das substâncias e o mecanicismo, no qual a transformação química é explicada como mudança da forma dos átomos ou de movimento desses átomos.

Maia (2002) aponta serem exemplos de concepções que podem se constituir em entraves para a aprendizagem dos conceitos, idéias como a transmutação, os produtos como que se libertando em uma reação, a presença de um reagente principal e outro secundário e a não conservação das massas quando as reações são gasosas.

A identificação das concepções alternativas dos estudantes, pelos professores, pode acontecer, segundo Carrascosa Alis (2005), a partir do uso de atividades que permitam ao estudante explicar suas idéias. Por outro lado, o autor advoga que atividades baseadas na transmissão do conhecimento dificilmente podem auxiliar o professor a identificar as concepções alternativas dos estudantes.

O autor alerta, ainda, que o professor pode ter uma formação científica sólida e não ter uma formação didática suficiente para detectar as concepções alternativas dos estudantes ou, mesmo, pode perceber tais concepções e suas resistências, acreditando que o ensino que propicia seja suficiente para modificá-las.

Para o autor, o professor conseguirá identificar as concepções alternativas se trabalhar nesse sentido, a partir de atividades investigativas nas quais os estudantes tenham condições de expor suas idéias e utilizá-las para resolver problemas.

A identificação das concepções prévias dos estudantes é, portanto, de fundamental importância, para que o professor consiga mediar um plano de ação que, levando em consideração as concepções alternativas, possa contribuir para a construção do conhecimento. Para isso, é necessário que o professor tenha conhecimento sobre as concepções alternativas que podem estar presentes na estrutura cognitiva de seus estudantes e que reconheça as suas próprias concepções.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pesquisas que revelam o modelo didático dos professores

Cavalcante e Silva (2008) descrevem o resultado de pesquisa com 59 professores de Ciências Naturais, sendo 27 graduados em química, física e biologia e que trabalham em escolas da rede pública de Itabuna e Ilhéus (grupo 1); 13 formandos em Biologia (grupo 2), 10 formandos em Física (grupo 3) e 9 formandos em Química (grupo 4). O objetivo da pesquisa foi investigar e analisar as concepções que professores em formação, atuantes em sala de aula, possuem sobre o processo de ensino e aprendizagem, investigando as concepções dos professores em relação aos modelos de ensino tradicional, tecnológico, espontaneísta e alternativo. Investigaram, também, as concepções dos professores sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências Naturais.

As autoras descreveram que os professores apresentaram um conjunto de idéias que se aproximou ora de um modelo didático, ora de outro, afirmando que no perfil dos professores não há um único modelo e sim coexistem concepções, às vezes contraditórias, outras complementares, dos quatro modelos. Ressaltam, também, que há uma maior predominância do modelo tradicional entre os professores graduados do que dentre os professores em formação, pois os últimos apresentaram características do modelo tradicional e também, mencionaram considerar as idéias prévias dos estudantes, o que é uma característica do modelo alternativo.

Santos Jr. e Marcondes (2008) descrevem os resultados de uma pesquisa realizada com vinte professores de Química, todos atuando na rede pública e cinco também na rede particular, na cidade de São Paulo. Os professores responderam a um questionário, composto de 20 questões, elaborado para identificar seu modelo didático pessoal. O questionário era composto de cinco questões, uma correspondente a cada dimensão: objetivo do ensino; conteúdo a ser ensinado; contribuição do estudante; metodologia do ensino e forma de avaliação. Cada

questão era composta de quatro proposições, sendo uma para cada modelo didático segundo Garcia Perez (2000), modelo tradicional; modelo tecnológico; modelo espontaneísta e modelo alternativo. O professor deveria atribuir um valor de 0 (completa rejeição) a 3 (aceitação) às proposições de cada questão.

Os autores identificaram uma aceitação das proposições de vários modelos em cada dimensão, o que foi entendido como uma “indefinição em relação aos pressupostos que alicerçam a concepção desses modelos, uma vez que os professores valorizavam proposições antagônicas dentro de uma mesma dimensão analisada”.

Para os autores, a dimensão contribuição do estudante foi aquela na qual os professores apresentaram maior convergência na escolha das proposições, com apenas 2 professores demonstrando aceitação de todas as proposições, de todos os modelos. Por outro lado, na dimensão objetivo do ensino 8 professores concordaram com todas as proposições e 11 professores concordaram com as proposições de dois modelos didáticos.

Observando os resultados apresentados pelos autores, chama à atenção a rejeição às proposições do modelo tradicional por 50% dos professores na dimensão objetivo de ensino; 80% na dimensão conteúdo a ser ensinado; 85% dos professores na dimensão contribuição do estudante; 75% dos professores na dimensão metodologia de ensino e 85% dos professores na dimensão avaliação, porém os autores assinalam que *“um modelo didático só seria uma representação fidedigna do fazer pedagógico de um docente se esse se identificasse com as características do referido modelo em todas as dimensões analisadas”* (SANTOS JR. e MARCONDES, 2008, p.9), de forma que consideram que os dados apresentados não representam o fazer pedagógico do professor mas que representam tendência a um modelo “híbrido” pois uma parte dos professores, *“mesmo considerando a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, não renuncia à transmissão dos conteúdos como estratégia, associando-a, entretanto, a um fazer do aluno por meio de atividades ou aulas práticas”*. (SANTOS JR. e MARCONDES, 2008, p.9)

Guimarães, Echeverría e Moraes (2006) buscaram identificar o modelo didático predominante em 56 professores de Ciências, a partir de suas idéias sobre

os conteúdos, as estratégias de ensino e a avaliação. As autoras indagaram os professores sobre os conteúdos que consideravam prioritários no ensino de Ciências, os critérios de seleção desses conteúdos e os referenciais que utilizavam nessa seleção.

Com base nas respostas obtidas, as autoras identificaram três diferentes tendências das concepções dos professores sobre os conteúdos escolares: Tendência Conservadora, quando os conteúdos são os mesmos apresentados no livro didático; Tendência Pragmática, quando os conteúdos são aqueles úteis no dia a dia e Tendência Transformadora, quando os conteúdos são formativos e favorecem tanto o desenvolvimento intelectual como a capacidade de ação do indivíduo.

Em relação às estratégias de ensino, as autoras identificaram três tipos, que os professores consideraram mais adequadas: prática/ experimentação (70%); pesquisa/investigação (34%); filmes/vídeos (32%); trabalhos realizados pelos estudantes (30%); aula expositiva (30%), excursões/passeios/visitas (25%); debates/seminários/ discussão (23%); textos (23%) e consideração do que o estudante já sabe (18%). Segundo as autoras, mais de 50% dos professores valorizou estratégias que envolvem a participação do estudante.

As autoras concluem, em relação aos professores investigados, que “*não existe um modelo didático predominante que se enquadre nos modelos didáticos identificados na literatura*” ressaltando que, no modelo dos professores, existam matizes de todos os modelos, configurando “*um modelo eclético, mais próximo do espontaneísmo.*” (GUIMARÃES, ECHEVERRÍA e MORAES, 2006, p.317)

2.2 Pesquisas que revelam concepções de professores de Ciências e de Química sobre o ensino de Ciências

Fernandez et al. (2002) realizaram uma revisão em artigos publicados em revistas internacionais, que divulgam pesquisas na área do ensino de Ciências, no período de 1990 até 2000, com o objetivo de identificar as concepções de

professores sobre a natureza da ciência, relatadas nesses artigos. Os autores identificaram sete visões deformadas sobre o ensino de ciências, mais presentes entre os professores: 1. Visão empirico-indutivista, ateórica, que ressalta o papel da experimentação e da observação e duvida do papel da hipótese e da teoria, porém o ensino é pautado no livro didático; 2. Visão rígida, algorítmica, exata e infalível, que prioriza o método científico como etapas a serem seguidas, apontando seu rigor e sua exatidão; 3. Visão aproblemática e ahistórica, fechada, na qual ocorre a transmissão de conhecimentos sem problematização sobre a origem desses conhecimentos; 4. Visão socialmente descontextualizada, que ignora as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, simplificando a visão da atividade científica como fator de progresso; 5. Visão Individualista e elitista, na qual os conhecimentos científicos são vistos como obras de gênios e, portanto, são inacessíveis; 6. Visão Acumulativa, de crescimento linear, que considera o crescimento da ciência como linear, ignorando as crises e transformações que levaram à construção do conhecimento científico e 7. Visão Exclusivamente analítica que considera cada corpo de conhecimento individualmente, evitando tratar um problema de forma ampla.

Segundo os autores, essas deformações não seriam distintas e autônomas, mas estariam presentes, simultaneamente, formando o esquema conceitual do professor. Para os autores, a visão individualista e elitista da ciência, por exemplo, se apóia na idéia empirista de descoberta e contribui para uma visão descontextualizada e socialmente neutra da ciência, concluindo que essa visão é aceita devido à falta de reflexão crítica.

Relacionando essas visões de ensino, especificamente, ao ensino do conceito de transformações químicas, podemos analisar que a visão empírico-indutivista pode remeter a um ensino de transformações químicas pautado no livro didático tradicional; a visão rígida e a visão individualista remetem ao ensino de transformações químicas pautado pela representação e pelo algoritmo; a visão descontextualizada e a visão analítica ignoram as discussões mais amplas acerca dos problemas ambientais, sociais e econômicos, relacionados com as transformações químicas, enquanto a visão aproblemática e a visão acumulativa se

relacionam ao ensino de transformações químicas sem relação com os fatos históricos que levaram à construção desse corpo de conhecimento.

Essas visões, no seu conjunto, remetem a uma visão do ensino contrário à proposta de formação de um cidadão capaz de analisar, argumentar e participar ativamente, ou seja, contrária a uma visão construtivista de ensino que, segundo Mauri,¹⁵ (1997, apud Coll, 1997), parte do princípio de que, para aprender, o estudante, de forma ativa, deve construir suas próprias representações.

Sanchez Blanco e Valcárcel Pérez (2000) investigaram as concepções e práticas de professores em relação à seleção e seqüência do conteúdo de ensino, antes e após um programa de formação. Participaram da pesquisa 27 professores das Ciências Química e Biológica do Ensino Secundário, a maioria com mais de 10 anos de experiência, sendo 13 diplomados em Ciências, 8 licenciados em Química e 6 licenciados em Biologia. Todos participavam pela primeira vez de um curso de atualização didática.

Segundo os autores, o planejamento seria pautado pelo conteúdo para 64% dos professores, sendo que 52% citaram utilizar planos anteriores. O livro didático foi considerado como principal referência e as principais modificações seriam reduções no conteúdo de ensino, que disseram ser basicamente teórico, sendo que apenas 41% dos pesquisados citaram planejar, esporadicamente, atividades experimentais; apenas 11% dos professores se referiram aos conhecimentos dos estudantes, apesar de todos afirmarem que levam em conta as concepções dos estudantes ao planejarem o ensino; para avaliar o nível dos estudantes, os professores afirmaram recorrer à própria observação, de acordo com a experiência que possuem, ou a avaliações; os professores não demonstram insatisfação em relação à própria prática e consideraram difícil analisar as exigências cognitivas dos conteúdos que se propõem a ensinar. Os autores consideraram que as concepções iniciais dos professores não eram adequadas se considerado o enfoque construtivista.

Para os autores, uma diferença considerável após o curso de formação foi o fato de que a maioria dos professores demonstrou valorizar e considerar mais as

¹⁵MAURI, Tereza. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In COLL, César et al. O construtivismo na sala de aula. 2.ed. São Paulo: Ática, 1997.

idéias dos estudantes, porém uma dificuldade surgiu quando esses professores precisavam identificar se o conteúdo era adequado ao nível cognitivo dos estudantes.

Garrido e Villagrà (2005) descreveram uma investigação, no formato de estudo de caso, com três professores da área de Ciências, José, Maria e Leo, sobre as relações entre suas concepções e crenças sobre ciências, ensino e aprendizagem e sobre a relação entre os processos de formação inicial, formação continuada e prática docente.

Os autores verificaram, em relação aos modelos de ensino, que o professor José, engenheiro de formação e professor universitário, demonstrou uma aceitação moderada do modelo tradicional, uma forte aceitação do modelo tecnológico e não se declarou em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, demonstrou profundidade conceitual, porém, sem referência histórica. Maria, licenciada e especialista em ensino de ciências e professora secundária, demonstrou aceitação de todos os modelos, porém aceitação moderada em relação ao modelo espontaneísta e menor aceitação dos demais modelos. Sua visão de ciência foi classificada como uma manifestação de empirismo moderado.

Leo, professor primário e mestre, com formação superior e ênfase em ciências naturais e educação ambiental, demonstrou discordância moderada em relação aos modelos tradicional e tecnológico, aceitação moderada do modelo espontaneísta e não se declarou em relação ao modelo alternativo. Para os autores, a revisão dos conteúdos por ele ensinada demonstra pouca ênfase no conceito e pouca ou nenhuma ênfase nos aspectos históricos, epistemológicos, sociais e tecnológicos; a orientação pedagógica é frágil e há uma ênfase construtivista junto a uma prática pouco reflexiva.

Segundo os autores, a comparação entre os professores revela que José é o que está mais próximo do modelo tradicional, Leo não pode ser comparado pela ausência de manifestações nas diferentes categorias, enquanto que Maria se aproxima do pensamento avançado, resultados que, para os autores, demonstram a importância da formação inicial e continuada dos professores não licenciados, pois são os que apresentam concepções e crenças menos desenvolvidas.

Cachapuz e Praia (1994) relatam pesquisa desenvolvida a partir de questionário, enviado aleatoriamente a 1749 professores do ensino secundário, com formação nas áreas de Química, Física, Biologia ou Geografia e que trabalham ensinando ciências, obtendo uma amostra de 464 respondentes. A pesquisa buscou informações acerca da formação profissional, das experiências epistemológicas e dos conhecimentos acerca do ensino.

Os autores relatam que 80% dos professores de Química, Física e Biologia e 60% dos professores de Geografia apresentaram uma perspectiva empirista em relação ao ensino, afirmando que a insistência dos professores em incentivar seus estudantes à simples observação pode ser um obstáculo para esses professores favoreceu o desenvolvimento do pensamento criativo de seus estudantes e sugerem que os cursos de formação continuada incentivem que os professores discutam suas próprias práticas.

Georgiado e Tsaparlis (2000) compararam quatro métodos de ensino, aplicados em três anos consecutivos, de 1990 a 1993, para 380 estudantes de grau oito de uma prestigiada escola experimental em Piraeus, concluindo que o modelo de ensino baseado nos níveis macroscópico, submicroscópico e representacional foi aquele que propiciou resultados mais positivos.

Nesse trabalho, para analisar o ensino de cálculos estequiométricos, os estudantes foram divididos em quatro grupos, sendo um grupo de controle e três grupos experimentais. O grupo de controle e o primeiro grupo “Case group”¹⁶ foram submetidos ao ensino de acordo com o currículo nacional, com o uso do livro texto e o ensino de cálculos estequiométricos ocorrendo no ano letivo. No grupo de controle, os experimentos foram demonstrados pelo professor e foram utilizados modelos clássicos do livro, com analogias de modelos desenhadas no papel. O método de ensino do cálculo estequiométrico foi mecânico, a partir do algoritmo da regra de três. O ensino no grupo “Case group” teve experimentos por descoberta guiada, em grupos, utilizou modelos das propriedades dos sólidos, mecânicos e

¹⁶ Case, R (1987a). Implications of developmental psychology for the design of instruction. In Gaser R., Lesgold, A., Pellegrino, J & Fokkkema, J. (eds.) *Cognitive psychology and instruction*, pp. 441-463. Plenum. Case, R (1987b). Intellectual development from birth to adulthood: a new-Piagetian Interpretacion . In Siegler, R.S. (ed.) *Children's thinking: What develop*. New Jersey: Hillsdale Erlbaum.

analogias de conceitos abstratos, construídos pelos estudantes, mapas conceituais e método lógico no ensino de cálculos estequiométricos.

Para o terceiro grupo, “Jonstone group”, o ensino foi desenvolvido a partir dos diferentes níveis propostos por Johnstone (1991, 2000)¹⁷, enquanto para o quarto grupo, “Jonstone-Case”, o ensino foi a partir de características do “Case group” e do “Jonstone group”. Dessa forma, o terceiro e o quarto grupo tiveram o ensino administrado de acordo com os três níveis, macro, representacional e submicroscópico, modificando o livro texto para os três níveis. O grupo três teve experimentos demonstrados pelo professor, foram utilizados modelos clássicos do livro, com analogias de modelos desenhadas no papel e o método de ensino do cálculo estequiométrico foi mecânico, a partir do algoritmo da regra de três, somente até o nível submicroscópico. O quarto grupo teve experimentos por descoberta guiada, em grupos, utilizou modelos das propriedades dos sólidos, mecânicos e analogias de conceitos abstratos, construídos pelos estudantes, mapas conceituais construídos e método lógico no ensino de cálculos estequiométricos, somente até o nível submicroscópico.

Diante dos resultados do teste teórico, no qual o grupo quatro teve a liderança e o grupo de controle foi aquele de piores resultados, os autores concluíram que o ensino baseado na distinção dos três níveis contribui melhor para o ensino das teorias da Química do que o ensino tradicional. Os autores consideram que os testes de cálculos estequiométricos são fatores de dificuldades para os estudantes desta idade devido ao raciocínio abstrato no nível submicroscópico e à visão generalizada necessária aos exercícios numéricos e que os vários métodos de resolução não têm o mesmo sucesso das práticas de longo prazo, mas sugerem ser possível melhorias utilizando as teorias psicológicas e os três níveis do conhecimento.

Por outro lado, Balocchi et al. (2006) alertam que, “apesar do trânsito macro-micro-simbólico ser um dos objetivos mais importantes da educação química, existe a importância de que os professores conheçam as concepções dos estudantes e as dificuldades de ensinar o tema reação química.”(p.551, tradução nossa). Os autores

¹⁷ Johnstone A.H. *Thinking about thinking*. International Newsletter on Chemical Education, n.6, 7-11, 1991.

Johnstone A.H. *The presentation of Chemistry – logical or psychological?* Chemical Education: Research and Practice in Europe (CERAPIE), 1, 9-15, 2000.

apontam as concepções alternativas como grandes entraves para a compreensão dos conceitos em Química.

2.3 Pesquisas que revelam concepções de professores de Ciências e Química sobre o conceito de transformações químicas.

Marten Del Pozo e Porlán (2001) relatam a investigação das idéias iniciais de 24 futuros professores espanhóis, sobre o ensino do conceito de transformações químicas, durante o ano anterior ao que iriam começar a trabalhar. Os dados foram coletados durante uma atividade do curso que faziam e propunha a elaboração de uma proposta de ensino de transformações químicas, voltada para estudantes de 13-14 anos. Os autores concluíram que a didática utilizada pela maioria dos professores foi mais próxima do empirismo; apenas metade dos pesquisados considerou como importante conhecer as concepções prévias dos estudantes; metade dos professores não conseguiu formular o conceito de transformações químicas que iria ensinar e outra metade ofereceu explicações apenas no nível macroscópico o que, para os autores, pode significar falta de cuidado em relação ao que pretendem ensinar; o conceito de transformações químicas dos professores foi considerado amplo e fragmentado; os professores utilizaram como referência o próprio material didático e construíram uma seqüência de ensino linear e fragmentada, com ausência de relação entre os conceitos e mantendo as características do ensino tradicional.

Os autores concluem que há necessidade de maior atenção dos cursos de formação de professores para que ocorra a construção do conteúdo de conhecimento pedagógico mais coerente com uma visão construtivista do ensino de ciências e que forme o professor integralmente.

Marten Del Pozo (2001), analisando os dados obtidos no mesmo trabalho citado por Marten del Pozo e Porlán (2001), identificou que os futuros professores utilizaram diferentes terminologias para caracterizar o estado inicial de uma transformação química, tais como: elemento, substância, composto, material e

objeto, sendo que no estado inicial, a terminologia mais usada foi elemento. A autora propõe a hipótese de que o uso de diferentes terminologias para o estado inicial pode indicar confusão entre esses conceitos ou, ainda, concepção alternativa de transmutação. Segundo a autora, para a descrição do processo foram mais citadas as expressões: por em contato e intervenção da energia enquanto que, para caracterizar o estado final empregaram-se terminologias como: outros elementos, outras substâncias e outra substância.

Chama a atenção o fato de que apenas um professor indicou a conservação da quantidade de substância como característica do estado final, numa alusão à conservação da massa, mas segundo a autora, indicando uma compreensão incorreta da lei da conservação da massa. A autora cita várias concepções prévias dos professores, tais como: o que se modifica é a identidade do estado inicial; o que modifica é a identidade do elemento ou composto; transformação química como resultado do simples contato entre as substâncias; transformação química como um produto da ação externa sobre a substância inicial, por parte de outra substância ou da energia.

De acordo com a autora, os professores dizem que ensinam transformações químicas, mas não são claros ao especificarem os conceitos, além do que os conceitos relacionados ao que pretendem ensinar são mais diversificados do que o conceito que apresentaram e do que a representação desse conceito, ou seja, o número de conceitos, teorias ou aspectos relacionados a transformações químicas que demonstram saber ou recordar é menor do que o número de aspectos, conceitos ou teorias que pretendem ensinar.

Huguein et al (2009) pesquisaram as concepções sobre conceitos de Física ensinados nos anos iniciais da escolaridade, de 68 normalistas, estudantes do 4º ano, das cidades de Volta Redonda e Barra Mansa, no Rio de Janeiro, que participaram de dois cursos de extensão organizados pelos autores. Os autores relatam a manifestação de diversas concepções alternativas, dentre elas algumas que podem se tornar obstáculos para a compreensão do conceito de transformações químicas, como o fato de considerarem que a cor dos objetos só depende dos próprios objetos e, também, considerarem o calor como uma força positiva, ao

contrário do frio, que seria uma força negativa. Os autores salientam que tais concepções indicam uma formação inicial e continuada deficiente.

Chou (2002) realizou um estudo com um total de 30 professores: 10 de Biologia, 6 de Ciências da Terra e 14 de Física, que participaram de um workshop, durante o qual responderam a questões visando diagnosticar a compreensão de conceitos de Química, tais como: leis dos gases, conservação da massa, oxidação e redução e a função da ponte salina na construção de uma pilha galvânica. O autor relata que 57,5% dos professores de Biologia; 45,8% dos professores de Ciências da Terra e 33,9% dos professores de Física apresentaram alguma concepção alternativa sobre conceitos de Química investigados. O autor conclui serem necessários cursos de treinamento voltados à discussão das concepções dos professores de Ciências, com foco não apenas nos conceitos, mas também na aplicação desses conceitos na resolução de problemas, considerando que “se os professores não estão bem preparados, não podemos esperar que os seus alunos fossem bem sucedidos na aplicação de conceitos científicos na resolução de problemas” (p.77, tradução nossa).

Quadros et al. (2011) investigaram as concepções de 79 professores de Química da Educação Básica do Estado de Minas Gerais, que participavam, em 2009, da Olimpíada Mineira de Química, promovida pela Universidade Federal de Minas Gerais. Durante o evento, os professores receberam um questionário que buscava saber as impressões dos professores sobre o ensino de Química, quais seriam suas dificuldades, que estratégias e recursos pedagógicos utilizavam e como era a relação dos estudantes com o conteúdo.

Os autores descrevem que 53% dos professores indicaram que tinham mais dificuldade para ensinar os conteúdos que consideravam relacionados com a matemática, listando nessa categoria a estequiometria, os cálculos químicos a quantidade de matéria, dentre outros. Segundo os autores, os professores citaram a interpretação das questões e a deficiência em matemática como os obstáculos para o ensino. Os autores afirmam que não perceberam uma maior preocupação por parte dos professores com a compreensão da estequiometria e que nenhum professor citou problemas relacionados à própria prática. Destacam que consideram a compreensão do conceito de transformações químicas como um fator de

dificuldade para a compreensão da estequiometria e afirmam que “*pensar em termos de quantidades e de equações químicas depende da compreensão das transformações químicas envolvidas*”. (Quadros et al., 2011, p. 235, tradução nossa). Os autores alertam que, ao dar ênfase ao cálculo, o professor limita a compreensão dos conceitos e não contribui com o desenvolvimento do pensamento químico.

2.4 Pesquisas que revelam concepções alternativas de estudantes e professores sobre o conceito de transformações químicas.

Azcona et al. (2004) relatam uma pesquisa, realizada entre 2000 e 2001 com 50 estudantes de 16-17 anos e 75 estudantes de 17-18 anos do ensino público e privado de Guipuzcoa, Espanha. A pesquisa foi realizada com o objetivo de investigar o que os estudantes entendem por transformações químicas, se compreendem o conceito de substância e se diferenciam os conceitos de: mistura e substância, substâncias simples e compostas, compostos e misturas, transformações físicas e químicas.

Segundo os autores, 55,5% dos estudantes não diferenciaram substância e mistura, macroscopicamente (em uma lista de materiais), 75% não conseguiram identificar substância em escala microscópica (a partir de representações que utilizam o modelo de Dalton); apenas 26,4% conseguiram diferenciar corretamente transformação física e transformação química e apenas 24,4% conseguiram interpretar corretamente uma transformação química com base no modelo de Dalton.

Os autores defendem que o baixo rendimento observado em relação ao conceito de transformações químicas seja conseqüência da baixa compreensão do conceito de substância, alegando que, para compreender a transformação química como formação de nova substância, é pré-requisito que os estudantes dominem o conceito microscópico de substância.

Furió-Mas e Domingues-Sales (2007), realizaram uma pesquisa com 381 estudantes com idades entre 16 e 18 anos da província de Valência, Espanha. A pesquisa foi feita em duas etapas, sendo que na 1ª etapa um questionário foi aplicado a todos os estudantes, enquanto que na 2ª etapa foram entrevistados 45 dos 381 estudantes participantes da 1ª etapa.

Em relação aos resultados encontrados na primeira etapa, os autores observaram que os estudantes não apresentaram um conceito de substância oposto ao de mistura, pensando que todos os materiais são misturas ou substâncias formadas por outras substâncias puras mais simples, concepção que os autores compararam ao paradigma aristotélico. Outra dificuldade encontrada foi diferenciar mistura e composto químico em nível microscópico, situação em que 60% dos estudantes de todos os níveis confundem mistura e composto químico quando a amostra é formada por mais de um tipo de átomo, independente de estarem ligados ou não. Sete em cada dez estudantes associaram a palavra substância ou a expressão substância pura com o conceito de substância simples, formada por átomos iguais. Os autores ressaltam que isso ocorreu mesmo com os estudantes que tiveram mais tempo de aula.

Os autores apontam que 45% dos estudantes associaram o processo químico a uma separação física dos componentes e 46,7% não diferenciou mistura e reação química. Os autores concluem sugerindo que uma das causas fundamentais para a dificuldade em distinguir um processo físico de um processo químico seja “a falta de conhecimento da definição operacional de substância.” (p. 254, tradução nossa).

Nós consideramos que a distinção entre transformação física e química deve se iniciar considerando as características macroscópicas dos materiais participantes do estado inicial da transformação, em comparação com as características do estado final, o que não está condicionado ao conceito operacional de substância, que pode ser abordado posteriormente, como forma de identificar esses materiais.

A distinção entre transformação física e química é, por nós, considerada como inócua, visto que é dependente do nível de ensino e de discurso, pois como destaca O'Connor (1977), um processo como, por exemplo, mudança de fase de um material, tido como uma transformação física quando abordado em um nível macroscópico, pode ser considerado como uma transformação química quando

analisarmos em nível atômico, visto que, nesse processo, ocorre um rompimento de ligações intermoleculares, resultando em uma redistribuição de elétrons. Considerando o ensino de Química no Ensino Fundamental, a distinção pode ser admitida no nível macroscópico, considerando como transformação química aquela em que há a formação de novo material, ao contrário da transformação física, porém consideramos que esse critério não deve ser encarado como absoluto.

Eskilsson e Helldén (2003) descrevem um estudo longitudinal sobre a habilidade dos jovens em utilizar os conhecimentos científicos para explicar fenômenos do dia a dia que envolvem as transformações da matéria, desenvolvido durante 2 anos, com 40 estudantes de 10 a 11 anos, nascidos no mesmo ano, de 5 diferentes classes, de diferentes escolas. Os dados foram coletados a partir de quatro entrevistas. Foi feita uma entrevista inicial, após a qual a primeira unidade didática foi apresentada aos estudantes e, dois meses após, foi realizada a segunda entrevista. A terceira entrevista aconteceu após o término da aplicação da segunda unidade didática (cerca de 10 meses após a 2ª entrevista), e a quarta, foi realizada após a aplicação da terceira unidade didática (cerca de 3 meses após a 3ª entrevista).

A pesquisa foi realizada para identificar como os estudantes usam seus modelos sobre a natureza da matéria quando têm de falar sobre fenômenos do dia a dia que envolvem a transformação da matéria e como o desenvolvimento dos estudantes é influenciado pela introdução do modelo básico de partículas. *“O conceito de transformações químicas foi introduzido na última unidade, sendo que nas primeiras lições os alunos descreveram o que entendiam quando misturavam algumas substâncias do dia a dia, nos quais transformações químicas estavam envolvidas.”* (p.299, tradução nossa). Não foi pedido aos estudantes que apresentassem o conceito de transformações químicas e a compreensão desse conceito no nível submicroscópico não foi o foco do projeto, apesar de 10 a 20% dos estudantes ter utilizado modelos atômicos/moleculares quando falaram de transformações químicas.

Os autores apresentam que 27 dos 40 estudantes explicaram a oxidação do ferro por meio da idéia de interação entre substâncias, que apenas 3 utilizaram essas idéias para explicar a queima do papel e que espontaneamente, os

estudantes utilizam seus modelos mentais apenas a partir de suas concepções pessoais. Os autores acreditam que os estudantes *“não substituíram seus modelos mentais durante o processo instrucional, e que eles passaram a usar o modelo ao lado de seus modelos explicativos antigos”* (p.301, tradução nossa), dependendo do contexto. Para os autores, é possível introduzir modelos muito básicos da educação científica ao falar sobre gases e fenômenos do dia a dia envolvendo transformações da matéria e que o ensino de transformações químicas deveria ater-se a descrever o que acontece quando novas substâncias são formadas e as interações entre as substâncias. Segundo os autores, os estudantes de 10-12 anos são capazes de desenvolver a compreensão sobre transformações químicas, sendo necessário que conheçam e discutam novos exemplos desses fenômenos para construir seus próprios conceitos.

Solsona et al. (2003) investigaram o desenvolvimento cognitivo de 51 estudantes, de duas classes de uma escola padrão de Barcelona, com idades acima de 16 anos, com o objetivo de identificar o desenvolvimento do perfil conceitual de estudantes acerca do conceito de transformações químicas, ao longo dos anos de escolarização. Dessa forma, os pesquisadores acompanharam os estudantes por 2 anos, sendo a pesquisa constituída por duas etapas. Nessas duas etapas os estudantes responderam a questões sobre experimentos realizados, expondo o que lembravam em nível macroscópico e em nível microscópico.

Os autores apresentam que, nas duas etapas da pesquisa, para a maioria dos estudantes, o tipo de mudança que ocorre em uma transformação química é nas substâncias, nas propriedades e na estrutura; a conservação de massa não foi citada; o nível de explicação da maioria foi macroscópico; os exemplos dados foram empíricos, relacionados à própria experiência; os textos escritos apresentaram coerência global e o conceito de transformação química foi indeterminado.

Ao analisar as respostas, os autores as organizaram nas categorias segundo os perfis, interativo, mecânico, cozinha e incoerente, elaborados por Solsona e Izquierdo (1999). Segundo os autores, nas duas etapas da pesquisa o perfil interativo foi característica de 8% dos estudantes; o perfil mecânico foi característico de 25% dos estudantes na 1ª etapa e de 33% na 2ª etapa; o perfil cozinha foi característico de 53% dos estudantes na 1ª etapa e de 25% na 2ª etapa e o perfil

incoerente foi característico de 14% dos estudantes na 1ª etapa e de 33% na 2ª etapa.

Para os autores, os resultados demonstram que o aumento do número de lições sobre transformações químicas e outros conceitos químicos não garante que os estudantes entenderão melhor esses conceitos e com mais características científicas, afirmando que *“Surpreendentemente, e contrariamente às nossas expectativas, os resultados também indicam que houve um aumento preocupante do número de respostas que pertencem no perfil incoerente.”* (SOLSONA et al., 2003, p.10).

Duas implicações para o ensino são apontadas pelos autores: a percepção de que as respostas dos estudantes nem sempre estão totalmente incorretas, podendo estar incompletas ou parcialmente corretas e o fato dos estudantes não se recordarem dos experimentos, ressaltando a necessidade de que sejam elaborados experimentos que promovam a construção do perfil interativo. Os autores concluíram ressaltando a necessidade de investigar os tipos de exemplos nos livros-texto e outros materiais instrucionais que podem ser usados para ajudar os estudantes a construir um perfil interativo para o conceito de transformações químicas.

Silva, Souza e Marcondes (2008) relatam uma pesquisa, realizada com 44 estudantes do Ensino Médio da cidade de São Paulo, com faixa etária entre 15 e 17 anos, sendo 22 do 1º ano do EM, os quais, segundo a programação, já tinham participado de aulas sobre transformações químicas nas quais esse conceito foi tratado em nível macroscópico e, 22 do 2º ano, que já haviam participado de aulas sobre transformações químicas nas quais esse conceito foi tratado em nível submicroscópico. Os estudantes responderam a duas questões durante a pesquisa. A primeira questão pediu que os estudantes escrevessem o que compreendiam sobre transformações químicas e que dessem exemplos de fenômenos que considerassem corresponder a transformações químicas e de fenômenos que não correspondiam a esse tipo de transformações.

Para a análise das respostas, os autores também buscaram identificar as concepções alternativas presentes nas manifestações dos estudantes, de forma que foram criadas duas categorias, tendo como base os perfis de Solsona e Izquierdo (1999, p.69-71). São elas: a categoria *“perfil aceitável”*, que incluiu os perfis *“cozinha*

(*enfoque macroscópico*) e *mecânico (enfoque microscópico)*” e a categoria *perfil incoerente*, que incluiu as concepções alternativas e as declarações confusas. A segunda questão pediu que os estudantes classificassem, diante de uma lista de processos, aqueles que consideravam como sendo transformações químicas e aqueles que não seriam transformações químicas.

Os autores identificaram, analisando as respostas à primeira questão, que apenas 8 dos 44 estudantes apresentaram o perfil aceitável, sendo que, desses, 7 apresentaram o conceito de transformações químicas segundo o enfoque macroscópico e apenas 1 estudante, do 2º ano, apresentou o conceito de transformações químicas segundo o enfoque microscópico. Os demais estudantes tiveram o perfil classificado como incoerente, sendo 7 estudantes com respostas confusas, 16 estudantes com concepção de transformação química como mudança de estado físico, 9 estudantes com a concepção de que são necessárias duas ou mais substâncias para que haja uma transformação química, 5 estudantes com a concepção de que processos naturais não são transformações químicas, 2 estudantes com a concepção de que uma transformação química deve ocorrer naturalmente e 1 estudante com a concepção de que em uma transformação química uma substância age sobre a outra. Os autores observam que o número de concepções alternativas é maior que o número de estudantes, pois há estudantes com várias concepções alternativas.

Ao analisarem as respostas à segunda questão, os autores verificaram que 32 dos 44 estudantes consideraram que as transformações naturais associadas a processos biológicos não são transformações químicas, tendo maior dificuldade em classificar o fenômeno amadurecimento de uma fruta como transformação química.

Os autores concluem que a maioria das concepções dos estudantes pesquisados foi considerada como incoerente com o conhecimento químico, com apenas 1/5 dos estudantes com entendimento considerado como satisfatório, 3/5 com concepções alternativas e 1/5 com declarações confusas e sugerem que o fator determinante seja que *“pouco se fala sobre as transformações químicas que ocorrem na natureza, tanto em pesquisas na área do ensino de Química quanto no próprio ensino de química no nível Médio”*.

Mortimer e Miranda (1995) descrevem concepções alternativas encontradas em pesquisas que foram desenvolvidas pelos autores, com estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio, revelando que os estudantes apresentaram as concepções: dificuldade em reconhecer os papéis de reagentes e produtos quando esses são gasosos; animismo; confusão entre transformação química e mudança de estado físico; transformação química vista como uma potencialidade da substância e não como resultado das interações; dificuldade para conceber a conservação da massa. Para os autores, uma forma de lidar e promover a evolução conceitual nas concepções dos estudantes seria discutir as explicações que eles fornecem a experimentos simples de transformações químicas, realizados em sala.

Ahtee e Varjola (1998) apresentam resultados de uma pesquisa, cujo objetivo era o de identificar a compreensão dos estudantes acerca do conceito de transformações químicas. Foi aplicado um questionário a 159 estudantes do 7º ano e 105 estudantes do 8º ano do ensino obrigatório, de quatro diferentes escolas, um mês após terem tido a introdução do tópico reação química; a 179 estudantes do 1º ano da escola secundária, imediatamente após o curso obrigatório, e a 137 estudantes universitários, que cursavam química geral no primeiro ano.

Os autores verificaram que a maioria dos estudantes do 7º e 8º anos e do 1º ano do secundário apresentou uma resposta irrelevante à primeira questão, apenas repetindo as definições dadas na questão ou respostas contendo erro, ou apresentaram um pequeno conhecimento, apresentando um exemplo restrito de reação química e que a maioria dos estudantes universitários apresentou compreensão parcial do conceito de transformações químicas. A maioria dos estudantes de todos os níveis teve dificuldades com o termo substância, misturando os conceitos relacionados com observações do mundo real com os conceitos teóricos em suas explicações, utilizando a expressão elemento correspondendo a átomo.

Santos e Quadros (2008) investigaram as concepções de 18 estudantes da primeira série do Ensino Médio da região metropolitana de Belo Horizonte sobre o conceito de transformações químicas, com questões elaboradas a partir de situações do cotidiano e de exemplos. Um pré-teste foi aplicado antes de uma

seqüência de 10 aulas de 40 minutos, ministrada pelos pesquisadores, sobre o tema da pesquisa. As aulas foram elaboradas com experimentos simples, desenvolvidos de forma dialógica com os estudantes e com discussão de textos. Duas semanas após o término do conjunto de aulas foi aplicado outro instrumento para o mesmo grupo.

Os autores identificaram que, no pós-teste, um número maior de estudantes considerou a *interação* como justificativa para os fenômenos e um número praticamente igual de estudantes considerou a *modificação* como explicação. Por outro lado, os autores observaram uma redução das concepções de *desaparecimento*, *deslocamento*, *transmutação* e *animismo*. Destacaram, também, o aumento da citação, nas justificativas dadas pelos estudantes, das evidências das transformações químicas, o que consideram como uma evolução.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa apresenta características de abordagem qualitativa tais como a flexibilidade em relação às técnicas para obtenção das fontes de dados (MARTINS, 2004), o caráter exploratório, no qual se privilegia a qualidade da observação (ROSA, 2011) e, de acordo com Minayo (1993), “o trabalho com valores, crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões”.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), o objetivo de uma pesquisa qualitativa é “melhor compreender o comportamento e as experiências humanas”, de forma que, numa pesquisa qualitativa, o trabalho não constitui uma “recolha de dados sobre o comportamento humano, pois esse comportamento é demasiadamente complexo”. Os autores, então, sugerem que nas pesquisas qualitativas, não existe coleta de dados e sim se “obtêm fontes de dados”.

Outras características da pesquisa e que, segundo Bogdan e Biklen (1994) a configuram como qualitativa, é o fato de as informações terem sido coletadas sob a forma de palavras e imagens, apresentando citações dos professores participantes; o interesse da pesquisa pelo processo, configurado pelas visões dos professores em relação ao ensino do conceito de transformações químicas; o fato de a obtenção e a análise das fontes de dados terem ocorrido de forma indutiva, o que significa que durante o processo da pesquisa, as fontes de dados da primeira etapa direcionaram a hipótese e a construção das questões utilizadas na segunda etapa; a pesquisa a partir de múltiplos instrumentos, respondidos pelos professores durante a participação dos mesmos no contexto de cursos de formação, e a construção das categorias de análise a partir das fontes de dados.

3.1. A configuração da Pesquisa

A pesquisa ocorreu em duas etapas, junto a professores que trabalham ensinando Ciências para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, em duas

cidades do interior de Minas Gerais. Optamos por desenvolver a pesquisa em Minas Gerais pelo fato de a pesquisadora ser professora efetiva no ensino de Química há 28 anos nesse Estado e, por esse motivo, estar em contato direto com estudantes provenientes do Ensino Fundamental tendo, por consequência, conhecimento dos obstáculos epistemológicos presentes entre alguns desses estudantes.

Inicialmente, pretendíamos trabalhar com um grupo de professores de uma cidade do interior de Minas Gerais, em duas etapas, a primeira, configurada como um curso de 40h tendo como tema o conceito de transformações químicas e elaborado para provocar reflexões para melhor estudar as visões e práticas dos professores de Ciências participantes. O objetivo da segunda etapa seria o de aprofundar a discussão, com o mesmo grupo de professores da primeira etapa, sobre as suas práticas, de forma que esse processo conduzisse a um novo planejamento, o que não ocorreu visto que o início previsto para a segunda etapa correspondeu ao início de um período de manifestações de professores do Estado de Minas Gerais e, também, de professores da Prefeitura da cidade, o que provocou a desistência desses professores em participarem do grupo.

Diante desse quadro, a segunda etapa da pesquisa foi reestruturada, envolvendo outro grupo de professores, objetivando identificar suas visões e práticas sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de transformações químicas e comparar os dados obtidos junto a esse segundo grupo, com aqueles obtidos na primeira etapa, como forma de encontrar respostas mais amplas para a questão de pesquisa.

As duas cidades, nomeadas neste trabalho como J e G, foram escolhidas por serem representativas do contexto de outras cidades do interior do estado de Minas Gerais e porque suas Secretarias Municipais de Educação incentivaram seus professores de Ciências a participarem, dando apoio logístico e financeiro para que os encontros fossem desenvolvidos. Com o objetivo de ir além da obtenção de fontes de dados e contribuir para a formação continuada dos professores, oferecemos, para os professores da cidade J, um curso de formação continuada de 40 horas e, para os professores da cidade G, uma oficina de 8 horas. A diferença entre o que foi oferecido aos professores de cada cidade deu-se em função da demanda de tempo em cada uma. O curso e a oficina tiveram como foco o conceito

de transformações químicas, tendo o mesmo título: “Transformações químicas: visões e práticas de professores de Ciências”. Na oficina e no curso foram realizados os mesmos experimentos.

Antes de aplicar os instrumentos, tanto no curso como na oficina, explicamos a importância dos mesmos para a pesquisa e que eles não consistiam em avaliações, mas em uma tentativa de detectar as visões e práticas de cada participante sobre o conceito de transformações químicas e sobre seu ensino e, também, pedimos que cada professor assinasse uma autorização para que pudessemos utilizar suas respostas na pesquisa.

3.1.1 Primeira etapa da pesquisa

A primeira etapa da pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2010. Foi oferecido aos professores um curso de formação continuada (apêndice 1) com temática voltada para o conceito de transformações químicas, desenvolvido e ministrado pela própria pesquisadora, com duração de 40 horas, em cinco módulos, de oito horas cada um. O curso contou com o apoio financeiro da Prefeitura Municipal da cidade J e o apoio logístico da escola particular na qual trabalha a pesquisadora, através das salas de aula, laboratório, computadores e técnico em informática.

O curso foi configurado para favorecer a participação dos professores em discussões acerca do conceito de transformações químicas. Dessa forma, nos módulos do curso os professores participaram da leitura e discussão de artigos científicos, que foram selecionados para esse fim. Em quatro dos cinco módulos foram desenvolvidas atividades experimentais sobre o tema, como forma de atender às demandas externadas pelos professores. No quarto módulo do curso não foram realizadas atividades experimentais porque os professores apresentaram seminários.

Para a obtenção das fontes de dados os professores responderam a instrumentos, preparados para cada módulo. Infelizmente, a imperícia da

pesquisadora ao realizar a filmagem e a gravação dos encontros, fez com que a maior parte dessa importante fonte de dados fosse inutilizada, de forma que analisaremos, no presente trabalho, apenas os instrumentos escritos. Os objetivos da pesquisa em cada módulo do curso, estão sintetizados no quadro 2.

Quadro 2 – Objetivos de cada módulo do curso.

Módulo	Objetivo
1	Identificar as visões dos professores sobre o ensino do conceito de transformações químicas.
2	Identificar o modelo didático pessoal dos professores, com o objetivo de relacioná-lo a suas visões sobre o ensino.
3	Identificar as visões dos professores sobre o conceito transformações químicas.
4	Identificar as visões dos professores sobre suas práticas ao ensinarem o conceito de transformações químicas.
5	Identificar as visões e práticas dos professores sobre o ensino do conceito transformações químicas.

1º módulo do curso – 1º Instrumento

No primeiro momento do módulo cada participante se apresentou, expusemos a proposta do curso e pedimos que os professores assinassem a autorização (apêndice 2) para que pudéssemos utilizar suas respostas na pesquisa e, também, que cada um preenchesse a folha de identificação.

Os professores foram convidados a responder ao primeiro instrumento (apêndice 3), um questionário formado por 6 questões abertas, sendo 5 elaboradas para identificar se ensinavam transformações químicas para o Ensino Fundamental, o que ensinavam e como o faziam. A última questão foi elaborada para identificar alguns fenômenos que consideravam como exemplos de transformações químicas

Os professores responderam, individualmente, embora trocassem muitas informações entre si.

A seguir, foi feita a leitura individual do texto extraído do capítulo 3 do livro *Fundamentos da Química* (O'CONNOR, pp.55-57, 1977)¹⁸, que discute a distinção entre transformação física e transformação química, seguida de uma interação dialógica sobre os critérios que podem distinguir transformação química de transformação física. Os professores foram, então, convidados a ler o artigo “*Reações Químicas – fenômeno, transformação e representação*” (LOPES, 1995)¹⁹. Após o debate das idéias presentes no artigo, teve início uma atividade experimental, elaborada pela pesquisadora, com foco nas evidências de uma transformação química (apêndice 4). Todas essas atividades tiveram como objetivo promover uma discussão sobre as evidências das transformações químicas.

2º módulo do curso – 2º Instrumento

O 2º módulo se iniciou com uma discussão sobre as respostas dadas ao instrumento 1. Após a discussão, os professores responderam ao instrumento 2 (anexo 1). Esse instrumento consistiu do questionário do Modelo Didático Pessoal, construído por Santos Jr. (2009) a partir do referencial de Garcia Perez (2000). A utilização desse instrumento na pesquisa se apóia na idéia de que, ao exercer a atividade de ensinar, o professor utiliza seu modelo didático pessoal (SANTOS Jr. e MARCONDES, 2010). Dessa forma, acreditamos que o conhecimento do modelo didático pessoal do professor se torne uma importante ferramenta para analisar as idéias sobre as suas práticas, que os professores externam nas discussões e nos instrumentos escritos.

A próxima atividade do módulo foi um experimento, intitulado: “*Como é possível formar o conceito de Transformação Química?*” (anexo 2). A atividade, elaborada pelo GEPEQ (2009) e reestruturada pela pesquisadora para atender às necessidades do grupo de professores, buscou promover a discussão sobre as evidências das transformações químicas, no processo de formação desse conceito.

¹⁸ O'CONNOR, Rod. *Fundamentos da Química*. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1977.

¹⁹ LOPES, Alice R. C. **Reações Químicas: fenômeno, transformação e representação**. *Química Nova na Escola*, 2, pp. 7-9, 1995.

Após a atividade experimental, os professores participaram da leitura e discussão do artigo “*Sobre a importância do conceito de transformação Química no processo de aquisição do conhecimento químico*” (ROSA e SCHNETZLER, 1998), atividade que teve como objetivo promover uma discussão sobre a importância do conceito de transformação química para o ensino de Ciências.

3º módulo do curso – 3º Instrumento

O terceiro módulo se iniciou com a discussão sobre o artigo “*Transformações químicas*” e “*Transformações naturais*”: *um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio* (SILVA, SOUZA E MARCONDES, 2008)²⁰. Os professores, que haviam recebido esse artigo no final do módulo anterior, foram convidados a considerar se as concepções sobre o conceito de transformações químicas, citadas no artigo, estavam presentes em seus estudantes. Essa atividade teve como objetivo promover a discussão sobre as concepções alternativas relacionadas ao conceito de transformações químicas, citadas na literatura, perceber se essas concepções eram conhecidas pelos professores e se as consideravam quando preparavam suas aulas.

A seguir, foi desenvolvida uma atividade experimental (anexo 3), intitulada ‘*Transformação Química em alimentos?*’. Essa atividade foi elaborada pelo GEPEQ (2009) e reestruturada pela pesquisadora, tendo como objetivo discutir a concepção de que transformação química não ocorre em sistemas naturais, manifestada por estudantes e citada no artigo de Silva, Souza e Marcondes(2008).

Após a discussão, os professores responderam ao instrumento 3 (apêndice 5), que teve como objetivo identificar as práticas dos professores em relação ao ensino do conceito de transformações químicas. A primeira questão do instrumento teve como objetivo conhecer os conceitos e estratégias que os professores utilizavam ao ensinar transformações químicas, enquanto a segunda questão foi

²⁰ SILVA, Erivanildo Lopes, SOUZA, Fábio Luis e MARCONDES, Maria Eunice R. **Transformações Químicas e Transformações Naturais: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio.** Educacion Química, Abril, 2008. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2676232>

composta por palavras que identificavam conceitos que podem ser relacionados ao de transformações químicas e teve como objetivo identificar que conceitos os professores relacionavam ao de transformações químicas. As duas questões foram propostas para identificar, a partir da escolha do professor, se ele privilegiava o ensino a partir dos aspectos macroscópicos, submicroscópicos ou representacionais (JOHNSTONE, 2000).

4º módulo do curso – 4º Instrumento

O quarto módulo do curso foi dedicado à apresentação de seminários pelos professores participantes, organizados em grupos. Cada grupo foi organizado no final do terceiro módulo e recebeu um artigo, com o propósito de ler e preparar uma apresentação para os demais participantes. O objetivo dos seminários foi provocar a participação de todos, de forma que externassem suas visões críticas, permitindo maior interação entre eles.

Os artigos discutidos em cada seminário foram: '*Construindo o conhecimento científico na sala de aula*' (DRIVER et al. , 1999²¹) utilizado para promover uma discussão sobre o ensino de ciências a partir da temática construtivista; "*Há evolução conceitual sobre transformações químicas a partir da discussão de modelos sobre fenômenos?*" (SANTOS E QUADROS, 2008),²² visando promover uma discussão sobre o papel das concepções dos estudantes no ensino de ciências e sobre as idéias a respeito da evolução conceitual; "*A experimentação no ensino de ciências: mitos e crenças institucionalizadas*" (GEPEQ, 2009)²³, buscando discutir o papel da atividade experimental na formação de conceitos; "*Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das*

²¹ DRIVER, Rosalind et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola, n.9, maio, 1999.

²² SANTOS, André N. e QUADROS, Ana Luiza. **Há evolução conceitual sobre transformações químicas a partir da discussão de modelos sobre fenômenos?** Anais do XV ENEQ. Curitiba: 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br>

²³ GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Atividades experimentais de química no ensino médio**. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 2009.

transformações e representações das equações químicas.” (NERY et al., 2007)²⁴, colocado para debate como forma de discutir o papel da representação das equações químicas no ensino do conceito de transformações químicas.

Após os seminários, os professores responderam ao instrumento 4 (apêndice 6), composto por duas questões. A primeira questão foi concebida para que os professores construíssem um plano de ensino para o conceito de transformações químicas. Essa questão foi elaborada porque, ao analisarmos as respostas dos professores ao 3º instrumento, percebemos que eles elaboraram uma lista de conceitos que ensinam, sem construírem uma seqüência, o que não nos possibilitou identificar suas práticas. Dessa forma, reelaboramos a questão do 3º instrumento e a incluímos no 4º instrumento, objetivando identificar uma seqüência de conceitos e estratégias que os professores se consideravam capazes de produzir. O outro objetivo da questão foi o de identificar como os professores percebiam as condições de ensino. A segunda questão foi elaborada com o objetivo de conhecer as visões dos professores sobre a aprendizagem dos estudantes acerca do conceito de transformações químicas, como uma forma de identificar o que os professores declaram que ensinam, especialmente no 9º ano do Ensino Fundamental e em relação ao que consideram que seja ensinado até o Ensino Médio.

5º módulo do curso – 5º Instrumento

O quinto módulo do curso se iniciou com a apresentação, para os professores, do artigo “*Mapas conceituais*”, (MOREIRA, 1996)²⁵, com discussão sobre a construção de mapas conceituais. Os professores externaram conhecer o processo de construção de mapas conceituais, sendo que alguns afirmaram que o livro didático que utilizavam trazia os referidos mapas para que os estudantes os construíssem, como forma de avaliação do ensino. Em seguida, pedimos que os

²⁴ NERY, Ana Luiza, et al. **Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias vol.6 n3, 587-600, 2007

²⁵ MOREIRA, Marco A. **Mapas Conceituais.** Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 3(1): 17-25, abr. 1996.

professores, em grupos, elaborassem mapas conceituais para o conceito de transformações químicas. Após a elaboração, os professores transferiram seus mapas para cartazes, visando apresentá-los posteriormente.

A seguir, apresentamos para os professores a idéia da construção de diagramas de causa e efeito, com base na proposta de Campos (1992) e exemplificamos o processo de construção do diagrama, promovendo uma discussão sobre a importância do diagrama como ferramenta para elencar causas para um problema central. Diante da afirmação dos professores de que o ensino de transformações químicas poderia ser considerado como um problema central de um diagrama de causa e efeito, todos foram convidados para, em grupos, elaborar diagramas de causa e efeito para o problema do ensino do conceito de transformações químicas. Após essa construção, os diagramas foram transferidos para cartazes.

Os cartazes contendo os mapas conceituais e os diagramas de causa e efeito foram apresentados e explicados pelos grupos. Foram feitas, também, comparações entre as idéias presentes nos mapas e nos diagramas apresentados.

Após os trabalhos de construção, apresentação e discussão dos mapas conceituais, os professores participaram de três atividades experimentais. A primeira atividade, intitulada “O que acontece com a massa (dos reagentes) durante uma transformação química?” (anexo 4), foi elaborada com base nas atividades apresentadas por Santos et al, (2009). A segunda atividade, com o título “Qual é a interferência das quantidades (de reagentes e produtos) nas reações químicas?” (anexo 5) foi elaborada com base na atividade apresentada pelo GEPEQ (2009) . A terceira atividade, sob o título “Um experimento envolvendo estequiometria” (anexo 6) foi elaborada com base na atividade de Cazzaro (1999), pp.53-54.

As atividades foram desenvolvidas para atender ao pedido dos professores, externado no final do módulo anterior, quando a maioria dos professores participantes considerou que o maior problema que enfrentavam ao ensinar transformações químicas estaria relacionado com o ensino das relações estequiométricas e que gostariam que fosse desenvolvida uma atividade experimental sobre esse tema. Os professores tiveram oportunidade de avaliar, individualmente, cada módulo e, ao final, o curso (Apêndice 8).

3.1.2 Segunda etapa da pesquisa

A segunda etapa da pesquisa ocorreu em 10 de março de 2012 e correspondeu a uma oficina, desenvolvida junto a professores de Ciências da cidade G. A oficina, com duração de 8 horas, foi composta por experimentos, que foram elaborados a partir daqueles utilizados na primeira etapa, reorganizados para o período da oficina.

Essa etapa foi elaborada com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre as visões e práticas dos professores de Ciências sobre o conceito de transformações químicas. Os instrumentos foram elaborados em função das respostas aos instrumentos utilizados na primeira etapa, sendo selecionados aqueles que melhor responderam às questões da pesquisa.

No primeiro momento da oficina, cada participante se apresentou. A seguir, a pesquisadora expôs, para os participantes, os objetivos da oficina, em relação à sua pesquisa. A pesquisadora convidou cada participante a ler e assinar a autorização para a utilização dos instrumentos escritos em sua pesquisa.

Atividade pré-oficina - 1º Instrumento

Antes da oficina, em fevereiro de 2012, os professores responderam ao instrumento 1 (apêndice 9 e anexo 1). O instrumento foi enviado, por e-mail, para a coordenação da Secretaria Municipal de Educação, que o repassou aos professores que tinham interesse em participar da oficina. A aplicação antecipada do instrumento foi feita com o objetivo de permitir que os professores fizessem uma reflexão prévia à oficina. O instrumento foi formado por dois questionários: o questionário 1, composto por uma ficha cadastral e de questões que buscavam identificar as visões dos professores sobre o ensino do conceito de transformações químicas e o questionário do modelo didático pessoal, o mesmo utilizado na 1ª etapa (anexo 1).

Alguns questionários, respondidos, foram enviados para a pesquisadora por e-mail antes da data marcada para a oficina, enquanto outros foram entregues no dia da oficina.

Atividades da Oficina – 2º, 3º e 4º instrumentos

No início da oficina, os professores foram convidados a responder às questões do instrumento 2 (apêndice 10), composto por duas questões, preparadas para identificar como os professores conceituam transformações químicas e que exemplos citam. A seguir, os professores foram convidados a participar do experimento 1 (apêndice 11), que buscou provocar um debate sobre as evidências de uma transformação química.

Após o experimento 1, os professores foram convidados a responder ao instrumento 3 (apêndice 12). Esse instrumento, composto por quatro questões, buscou identificar as práticas dos professores ao ensinarem transformações químicas. Consideramos, ao elaborar esse instrumento, as dificuldades que observamos com o primeiro grupo de professores (vide 4º instrumento – 1ª etapa da pesquisa), de forma que, para esse grupo pedimos que elaborassem uma sequência de conteúdos que ensinam, assim como as estratégias e o que consideram como pré-requisitos.

A seguir, durante o experimento 2 (anexo 7), foram realizadas duas atividades, com o objetivo de promover a discussão sobre a aplicabilidade das evidências na identificação das transformações químicas e sobre a presença de substâncias químicas em produtos naturais.

Os professores foram, então, convidados a construir um mapa conceitual para o conceito de transformações químicas, sendo esse o instrumento 4 (apêndice 13), elaborado para aprofundar nosso conhecimento acerca da visão dos professores sobre o conceito de transformações químicas pediu que os professores elaborassem uma lista de palavras que considerassem relacionadas ao conceito de transformações químicas e que, a partir dessa lista, elaborassem um mapa conceitual para transformações químicas. A seguir, os professores participaram do

experimento 3 (apêndice 14), composto de três atividades, com o objetivo de discutir o ensino das relações de massa nas transformações químicas. Ao final da oficina, os professores tiveram a oportunidade de avaliá-la, individualmente.

Cabe ressaltar que, apesar de apresentarem as respostas individualmente, durante toda a oficina houve muita troca de idéias entre os professores, enquanto elaboravam suas respostas.

3.2 Características dos professores participantes

Treze professores participaram do curso, correspondente à primeira etapa da pesquisa, porém, dois professores não trabalham ensinando Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental e outros dois não responderam a pelo menos 75% dos instrumentos. Dessa forma, foram analisados os instrumentos de nove professores que trabalham ensinando Ciências para o Ensino Fundamental, na cidade de J. Esses professores serão nomeados utilizando a inicial J, seguida de um número, em ordem crescente. O Quadro 3 mostra alguns dados da formação desses professores, de acordo com suas respostas na ficha cadastral.

Também caracterizados no quadro 3, estão os professores participantes da segunda etapa, nomeados utilizando a inicial G. Dezoito professores participaram da oficina correspondente à segunda etapa, porém dois professores que trabalham ensinando Ciências para o Ensino Fundamental não responderam a pelo menos 75% dos instrumentos e dois não trabalham ensinando Ciências. Dessa forma, na segunda etapa foram analisados os instrumentos respondidos por 14 professores que trabalham ensinando Ciências para o Ensino Fundamental, na cidade G.

Todos os professores apresentam Licenciatura; nenhum dos professores informou ser licenciado em Química enquanto a maioria dos professores possui formação em alguma área voltada para a Biologia.

Quadro 3: Características dos professores participantes da pesquisa.

Professor	Curso de Licenciatura	Ano de formação	Curso de Especialização
J1	Ciências da Natureza e Matemática	2004	Meio Ambiente
J2	Ciências Biológicas	2003	Saúde pública e meio ambiente Ciências Biológicas
J3	Ciências Biológicas	2003	Educação Ambiental e desenvolvimento sustentável. Mestrado em Educação
J4	Ciências da Natureza e Matemática	2004	Ciências Biológicas
J5	Matemática e Física	2001 e 2004	Ciências Biológicas
J6	Ciências da Natureza e Matemática	2004	Educação Ambiental e Sanitária
J7	Ciências da Natureza e Matemática	2004	Ciências Biológicas
J8	Ciências da Natureza e Matemática	2004	
J9	Ciências Biológicas	2003	
G1	Matemática	1996	Metodologia do ensino de matemática e Gestão e inspeção escolar
G2	Ciências Biológicas	2006	Educação Ambiental e Ensino de Ciências por Investigação
G3	Ciências Biológicas	2009	
G4	Enfermagem / Ciências Biológicas	Não informou	
G5	Ciências Biológicas	2009	
G6	Ciências Biológicas	2006	Gestão educacional
G7	Plena em Biologia	1992	Psicopedagogia
G8	Ciências Biológicas	2012	
G9	Ciências Biológicas	2012	
G10	Ciências e Matemática	1991	Gestão educacional
G11	Biologia	2004	
G12	Ciências Biológicas	2007	
G13	Não informou	Não informou	
G14	Ciências Biológicas	2012	

3.3 Metodologia de Análise

Os instrumentos, escritos pelos professores de Ciências nas duas etapas da pesquisa, foram analisados como forma de identificar como esses professores conceituam transformações químicas e quais são as visões e práticas desses professores em relação ao ensino desse conceito.

Após analisarmos as respostas dadas pelos professores aos instrumentos utilizados na primeira etapa, selecionamos aqueles que melhor responderam às questões de pesquisa, reelaboramos, buscando melhorias e os utilizamos na segunda etapa. Esse cuidado fez-se necessário porque a segunda etapa da pesquisa foi desenvolvida com um grupo diferente de professores, em cidade diferente, a partir de uma oficina, com duração cinco vezes menor. Dessa forma, os instrumentos que utilizamos nas duas etapas podem ser analisados em conjunto.

Organizamos os instrumentos, para a análise, nos três eixos da pesquisa: o modelo didático dos professores; as concepções sobre o conceito de transformações químicas e as visões e práticas sobre o ensino do conceito de transformações químicas. A análise, portanto, ocorreu a partir de três questões: Quais são as visões de ensino presentes entre os professores de Ciências? Qual é o conceito de transformações químicas que os professores apresentam? Quais são as práticas para ensinar transformações químicas, declaradas pelos professores?

Para analisar as visões dos professores em relação ao ensino, partimos da interpretação do modelo didático desses professores. Consideramos, tendo como base Perez (2000), que os professores de Ciências podem apresentar os modelos didáticos tradicional, tecnológico, espontaneísta e alternativo, sendo que os modelos tradicional e tecnológico são representantes do paradigma tradicional do ensino, enquanto os modelos espontaneísta e alternativo são representantes do paradigma construtivista do ensino. A partir das respostas dos professores, elaboramos um sistema de categorias para identificar o processo evolutivo do modelo didático desses professores, em relação aos modelos construtivistas, desde o modelo ingênuo, até o modelo em evolução de nível 4 . Também a partir dos dados, identificamos o hibridismo e o grau de coerência do modelo didático de cada professor.

A análise do conceito de transformações químicas, externado pelos professores, teve como ponto de partida os níveis macroscópico, submicroscópico e representacional, propostos por Johnstone (2000). Consideramos que os professores de Ciências precisam apresentar esse conceito segundo os três níveis do conhecimento, para que sejam capazes de planejar o ensino como forma de promover uma aprendizagem significativa do conceito de transformações para

estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Para analisar, partimos das respostas dos professores e criamos um sistema de categorias composto de três grupos, que representam a evolução das visões dos professores, em cada nível.

Ao analisar a prática do ensino de transformações químicas, externada pelos dos professores, percebemos a necessidade de identificar as seqüências de ensino propostas pelos quatro livros didáticos mais mencionados, informalmente, por eles. Tanto na análise das seqüências elaboradas pelos professores, quanto nas seqüências dos livros didáticos, buscamos identificar o nível macroscópico, o submicroscópico e o nível representacional, presentes, além da amplitude desse conceito.

Finalmente, buscamos traçar um perfil de cada professor, relacionando seu modelo didático ao conceito de transformações químicas e à prática de ensino que expressa. Para fazer essa triangulação, utilizamos a ferramenta Excel, criando uma tabela e aplicando filtros a ela (apêndice 16).

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 O Modelo Didático Pessoal dos Professores

O instrumento do modelo didático pessoal (anexo 1, p.205), utilizado nessa pesquisa, foi adaptado por Santos Jr. (2009), a partir da proposta de Perez (2000). O autor se baseou, também, no Inventário de Crenças Pedagógicas e Científicas de Professores – INPECIP (RUIZ *et al.*, 2005²⁶ apud Santos Jr., 2009). Santos Jr. elaborou o questionário para identificação do Modelo Didático do Professor e o utilizou para “interpretar e diagnosticar” o modelo didático pessoal de professores de Química, que trabalham no Ensino Médio, em São Paulo.

Na presente pesquisa, utilizamos o mesmo instrumento para investigar o modelo didático de professores de Ciências porque o conceito com o qual estamos trabalhando, Transformações Químicas, está inserido no contexto do ensino de Química. O instrumento leva em consideração as cinco dimensões do ensino: (i) objetivo - para que ensinar; (ii) conteúdo - o que ensinar; (iii) contribuição do estudante - porque ensinar; (iv) metodologia - como ensinar e (v) avaliação. Para cada dimensão, o questionário apresenta uma proposição referente a cada um dos quatro modelos didáticos, segundo Perez (2000): Tradicional (T), Tecnológico (C), Espontaneísta (E) e Alternativo (A). Dessa forma, o questionário é composto de 20 afirmações.

Os professores participantes da presente pesquisa, nas duas etapas, foram convidados a responder demonstrando concordância ou discordância com cada afirmação, de acordo com uma escala numérica de 0 a 3, sendo que 0 significa a discordância máxima com a afirmação, enquanto 3 significa a concordância máxima. Os dados obtidos foram organizados na tabela 1

²⁶ RUIZ,C.; SILVA,C.; PORLÁN, R.; MELLADO,V. Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista electrónica Enseñanza de las Ciencias*, número 4, volume , 2005.

Tabela 1 - Valores atribuídos pelos professores participantes, para as proposições do Modelo Didático Pessoal

Dimensão	Objetivo				Conteúdo				Contribuição				Metodologia				Avaliação			
Professor	T	C	E	A	T	C	E	A	T	C	E	A	T	C	E	A	T	C	E	A
J1	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2
J2	1	3	3	3	2	3	3	3	0	2	1	3	1	1	3	2	2	1	2	3
J3	1	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	1	2	2	3
J4	2	3	2	2	2	3	3	2	1	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3
J5	1	3	3	2	1	2	3	3	1	2	2	3	2	2	3	3	1	2	1	3
J6	2	3	3	3	2	3	3	3	1	2	1	3	3	1	3	2	1	3	2	3
J7	2	3	3	2	3	2	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3
J8	1	1	3	3	1	3	3	3	0	0	1	3	2	3	3	3	2	2	3	3
J9	3	2	2	3	1	2	3	3	1	3	2	3	2	1	3	3	1	2	3	3
G1	2	3	3	3	1	2	3	3	1	1	2	3	1	1	2	3	0	0	0	3
G2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
G3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
G4	1	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2
G5	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
G6	2	3	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
G7	1	2	3	3	2	1	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
G8	2	3	3	3	2	3	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3
G9	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	0	3	2	2	3	2	2	2	3	3
G10	1	2	3	3	2	2	3	3	1	2	3	3	2	3	3	3	1	2	3	3
G11	1	2	2	3	3	2	3	2	2	1	3	3	3	3	3	3	1	2	2	3
G12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
G13	2	3	3	3	2	3	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
G14	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3

Modelo didático: T = tradicional C = Tecnológico E = Espontaneísta A = Alternativo

Visando interpretar esses resultados de forma mais clara, elaboramos a tabela 2, que apresenta o número de professores que responderam da mesma forma às proposições de cada modelo, em cada dimensão de ensino. Sombreamos, em azul, os dados correspondentes à maioria dos professores ($N \geq 12$), como forma de facilitar nossa interpretação.

Observando os dados em relação aos modelos didáticos, verificamos que a maioria dos professores apresentou concordância máxima, em todas as dimensões do ensino, apenas com as proposições do modelo alternativo.

Tabela 2 – Número de professores participantes da pesquisa que responderam da mesma forma às proposições do Modelo Didático Pessoal, em cada dimensão do ensino

		Número de professores (N = 23)			
Dimensão do ensino	Modelo Didático	Concordância máxima (3)	Concordância parcial (2)	Discordância parcial (1)	Discordância máxima (0)
Objetivo	T	4	11	8	0
	C	15	7	1	0
	E	18	5	0	0
	A	15	8	0	0
Conteúdo	T	5	12	6	0
	C	11	11	1	0
	E	22	1	0	0
	A	16	7	0	0
Contribuição	T	4	7	12	2
	C	2	13	7	1
	E	10	9	3	1
	A	20	3	0	0
Metodologia	T	13	8	2	0
	C	15	4	4	0
	E	21	2	0	0
	A	19	4	0	0
Avaliação	T	5	10	7	1
	C	9	10	3	1
	E	13	8	1	1
	A	21	2	0	0

Modelo didático: *T* = tradicional *C* = Tecnológico *E* = Espontaneísta *A* = Alternativo

Em relação ao modelo espontaneísta, a maioria dos professores só não apresentou concordância máxima na dimensão contribuição do aluno; a maior parte dos professores concordou plenamente com a maioria das proposições do modelo tecnológico nas dimensões objetivo e metodologia e, em relação ao modelo tradicional a maioria dos professores apresentou concordância máxima apenas com as proposições relativas à dimensão metodologia de ensino.

Por outro lado, quando observamos as colunas referentes à discordância desses professores, verificamos que um número muito reduzido deles discorda das proposições apresentadas em todos os modelos didáticos, em todas as dimensões

do ensino, ou seja, apesar de concordarem mais com as proposições dos modelos construtivistas do que com as proposições dos modelos tradicionais, os professores não discordam das proposições dos modelos tradicionais, o que indica um antagonismo em suas concepções.

Na dimensão metodologia de ensino, a maioria dos professores apresentou uma concordância máxima com as proposições de todos os modelos didáticos e na dimensão objetivo do ensino, a maioria dos professores apresentou concordância máxima com as proposições dos modelos tecnológico, espontaneísta e alternativo, o que pode sinalizar que o professor quando pensa na forma de ensinar não se sente seguro em planejar o ensino de acordo com os modelos construtivista e que opte por utilizar, também, modelos tradicionais.

Tanto na dimensão conteúdo como na dimensão avaliação, a maioria dos professores apresentou concordância máxima com as proposições dos modelos espontaneísta e alternativo o que, como dado isolado, poderia significar uma valorização de conteúdos que privilegiem a construção do conhecimento em seus diferentes níveis.

É na dimensão contribuição do estudante que os professores sinalizam uma maior dispersão de tendências, visto que uma grande maioria (20 em 23) apresentou concordância máxima com as proposições do modelo alternativo, 12 professores apresentaram discordância com as proposições do modelo tradicional e 13 professores concordaram com as proposições do modelo tecnológico. Esses dados parecem sugerir que os professores, apesar de conhecerem a importância de trabalhar a partir das concepções dos estudantes, ainda não conseguem fazê-lo, o que pode sinalizar *“um momento de transição das concepções dos professores sobre a educação e o ensino de Ciências e uma possibilidade de evolução no seu desenvolvimento profissional”* (GUIMARÃES, ECHEVERRIA e MORAES, 2006).

Para melhor compreendermos a concordância dos professores, somamos, para cada professor, a partir da tabela 1, a concordância sinalizada por 2 (concordância parcial) ou 3 (concordância máxima), com as proposições de cada modelo didático em todas as dimensões de ensino, no intuito de verificar as tendências em favor de cada modelo. Para a análise da tabela 3, na qual os dados

foram organizados, observamos que 5 é o maior número de proposições em cada modelo didático.

Tabela 3: Número de proposições relacionadas com cada modelo didático, com as quais cada professor participante da pesquisa concordou.

Professor	Tradicional	Tecnológico	Modelo didático Espontaneísta	Alternativo
J1	5	5	5	5
J2	2	3	4	5
J3	3	5	5	5
J4	4	5	5	5
J5	1	5	4	5
J6	3	4	4	5
J7	4	4	5	5
J8	1	3	4	5
J9	2	4	5	5
G1	1	2	2	5
G2	5	5	5	5
G3	5	5	5	5
G4	2	3	5	5
G5	5	5	5	5
G6	4	5	5	5
G7	3	3	5	5
G8	4	5	5	5
G9	5	5	4	5
G10	2	5	5	5
G11	3	4	5	5
G12	5	5	5	5
G13	4	5	5	5
G14	5	5	5	5

Observamos, analisando a tabela, que 16 professores, ou seja, um número correspondente a 70% do total concordou com ao menos três proposições de todos os modelos didáticos, ou seja, a maioria dos professores apresenta uma indefinição em relação aos paradigmas tradicional e construtivista para o ensino. Cinco professores, correspondente a 22% do total, concordaram com menos de três proposições do modelo tradicional e com mais de três proposições dos modelos tecnológico, espontaneísta e alternativo, o que pode indicar que esses professores começam a discordar com as proposições do modelo tradicional mas, ainda encontram-se indefinidos em relação ao paradigma construtivista.

Apenas um professor, G1, concordou com mais de três proposições somente do modelo alternativo, o que pode indicar que esse professor é o único que

apresenta um modelo didático definido e voltado para o paradigma construtivista de ensino.

Para melhor interpretação, agrupamos esses dados de acordo com o grau de concordância com os modelos didáticos e os apresentamos sob a forma das *figuras 3, 4 e 5*. Na figura 3, apresentamos o professor G1, único participante da pesquisa que concordou com a maioria das proposições de um único modelo, o modelo didático alternativo; na figura 4, os 16 professores que concordaram com a maioria das proposições de todos os modelos didáticos e na figura 5 estão os 6 professores que concordaram com a maioria das proposições dos modelos didáticos tecnológico, espontaneísta e alternativo.

Santos Jr. e Marcondes (2008), ao relatarem os resultados da pesquisa na qual identificaram o modelo didático de professores de Química da cidade de São Paulo, também observaram que os professores apresentaram concordâncias com as proposições dos diversos modelos, assinalando a existência de “certa tendência a um modelo híbrido, tendo em vista que um grupo de professores, mesmo considerando a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, não renuncia à transmissão dos conteúdos como estratégia.”

Figura 3: Professor que concorda com as proposições do Modelo Didático Alternativo

Figura 4: Professores que concordaram com a maioria das proposições de todos os modelos didáticos.

Figura 5: Professores que concordaram com a maioria das proposições dos modelos didáticos tecnológico, espontaneísta e alternativo.

Os gráficos parecem demonstrar que a maioria dos professores concorda, ingenuamente, com proposições de modelos didáticos antagônicos.

4.1.1 O grau de hibridismo do modelo didático do professor

A constatação do modelo didático, possivelmente híbrido, dos professores, originou uma série de discussões dentro do grupo de pesquisa GEPEQ e, a partir

dessas discussões, identificamos uma nova variável para analisar o modelo didático dos professores, o grau de hibridismo do Modelo Didático Pessoal (AYRES-PEREIRA e MARCONDES, 2011).

O grau de Hibridismo do Modelo Didático foi então definido, por nós²⁷, como a medida da heterogeneidade dos modelos didáticos que constituem o modelo didático pessoal, podendo ser calculado a partir da medida da participação dos diferentes modelos, no modelo didático do professor.

Para o cálculo do hibridismo, consideramos que:

- cada modelo pode ser aceito em suas 5 dimensões sendo que consideramos como concordância com o modelo quando o professor assinalou 2 ou 3 para a afirmação. O hibridismo é calculado dividindo-se o número de concordâncias externadas para um dado modelo por 5, e somando-se os resultados obtidos,
- se o professor, em todas as dimensões, aceitar um único modelo didático, não terá um modelo didático pessoal híbrido e o cálculo de seu hibridismo será o menor possível, ou seja, 1;
- o maior grau de hibridismo de um modelo didático corresponderia à concordância em todas as dimensões, com todos os modelos didáticos. Nesse caso, o hibridismo calculado será igual a 4.

Para exemplificar, demonstramos, a seguir, o cálculo do hibridismo para os professores J1 e G1:

Professor J1	Professor G1
Contribuição de cada modelo:	Contribuição de cada modelo:
$T = 5/5 = 1,0$	$T = 1/5 = 0,2$
$C = 5/5 = 1,0$	$C = 2/5 = 0,4$
$E = 5/5 = 1,0$	$E = 2/5 = 0,4$
$A = 5/5 = 1,0$ Hibridismo = 4,0	$A = 5/5 = 1,0$ Hibridismo = 2,0

²⁷ GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química – Comunicação Restrita

O professor J1, figura4; tabela3 concordou com as proposições de todos os modelos didáticos, em todas as dimensões do ensino, sinalizando que apresenta um modelo didático indefinido, o que ficou bem caracterizado pelo seu hibridismo com o maior valor possível. Por outro lado, o professor G1, apesar de ter concordado com algumas proposições dos demais modelos, concordou com todas as proposições apenas do modelo didático alternativo, figura 3; tabela 3, sinalizando que apresenta um modelo didático, senão definido, voltado para o modelo alternativo de ensino. O valor do hibridismo, encontrado para o professor G1, também caracterizou bem o modelo didático desse professor. Dessa forma, o hibridismo é uma variável que podemos usar para caracterizar o modelo didático dos professores(tabela 4 ; figura 6).

Tabela 4: Hibridismo do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa

Professor	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	G1	G2	G3
Hibridismo	4,0	2,8	3,6	3,8	3,0	3,2	3,6	2,6	3,2	2,0	4,0	4,0
Professor	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	
Hibridismo	3,0	4,0	3,8	3,2	3,8	3,8	3,4	3,4	4,0	3,8	4,0

Figura 6: Hibridismo do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa, nos dois grupos.

Observamos, analisando a figura 6, que 20 professores dentre os 23 apresentaram um hibridismo igual ou superior a 3,0, o que significa que concordaram com a maioria das proposições de ao menos três modelos didáticos. Considerando que o modelo tradicional e o modelo tecnológico são coerentes com o paradigma tradicional do ensino e que o modelo espontaneísta e o modelo alternativo são coerentes com o paradigma construtivista, a aceitação por parte dos professores das proposições de modelos antagônicos parece confirmar a indefinição do modelo didático, pois indica uma ausência de reflexão por parte desses professores, o que sugere a necessidade de um maior investimento na formação continuada dos professores, tendo como foco o modelo didático dos mesmos.

Numa tentativa de evidenciar as tendências dos professores, consideramos apenas as suas concordâncias máximas e calculamos a porcentagem de professores, de cada grupo, que indicou concordância máxima com as proposições de cada modelo didático, em cada dimensão de ensino. Os dados obtidos foram organizados na tabela 5.

Tabela 5: Porcentagem de professores, de cada grupo, que expressam concordância máxima com cada modelo didático, em relação às dimensões

		Professores							
		Grupo J ^(a)				Grupo G ^(b)			
Modelo didático		T	C	E	A	T	C	E	A
Dimensão	Objetivo	22	67	67	44	14	64	86	79
	Conteúdo	22	56	100	67	21	43	93	71
	Contribuição	11	11	22	89	21	7	57	86
	Metodologia	33	44	67	78	71	79	86	86
	Avaliação	11	22	33	89	29	50	71	93

(a): total 9 professores (b): total 14 professores

Observamos que a soma das porcentagens em cada dimensão é maior que 100% visto que, para cada dimensão, os professores concordam com as proposições dos diversos modelos, ao mesmo tempo. Os dados podem ser interpretados com o auxílio da figura 7.

Figura 7: Representação gráfica da porcentagem de professores, de cada grupo, que expressam concordância máxima (3) com cada modelo didático, em relação às dimensões

Para analisar o gráfico vamos considerar que a concordância acima de 60% represente uma tendência do grupo, de forma que:

- na dimensão objetivo de ensino, os professores do grupo J demonstram tendência aos modelos tecnológico e espontaneísta enquanto os professores do grupo G demonstram tendência para os modelos tecnológico, espontaneísta e alternativo;
- os modelos espontaneísta e alternativo representam as tendências dos dois grupos de professores, em relação à dimensão conteúdo a ser ensinado;
- na dimensão contribuição do estudante, o modelo alternativo é a tendência dos professores dos dois grupos;

- os professores do grupo J apresentam tendência espontaneísta e alternativa em relação à dimensão metodologia do ensino, enquanto os professores do grupo G não apresentam uma tendência definida, assumindo todos os modelos didáticos;
- na dimensão avaliação, tanto os professores do grupo J, como os do grupo G, indicam uma tendência alternativa, enquanto os professores do grupo G indicam, também, uma tendência espontaneísta;

A interpretação desses dados sugere que os professores apresentam tendência espontaneísta e alternativa na maioria das dimensões de ensino, o que atenderia às proposições do Currículo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais (MARTINS, et al., 2008), porém como os mesmos professores concordam com proposições dos modelos correspondentes aos paradigmas tradicional e alternativo, nos interessamos em conhecer qual seria a coerência das respostas dos professores, em relação a essa tendência em assumir os modelos também didáticos espontaneísta e alternativo.

4.1.2 O Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal

O Grau de Coerência do Modelo Didático Pessoal é uma variável criada pelo nosso grupo de pesquisa, GEPEQ²⁸, para o trabalho de Lima (2012)²⁹. Considerando que a proposta pedagógica apresentada no CBC tem uma aproximação com o modelo alternativo, por sinalizar para o ensino voltado para o processo de construção do conhecimento e que assuma os contextos “cultural, ambiental, socioeconômico, histórico e político” procuramos determinar o grau de coerência manifestado pelos professores em relação ao modelo alternativo e

²⁸ GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química – Comunicação Restrita

²⁹ LIMA, Viviane. 2012. Comunicação restrita.

também ao modelo espontaneísta que, por suas proposições, segundo nossa concepção, indica uma tendência evolutiva rumo ao modelo alternativo. Dessa forma, consideramos que o professor apresenta mais alto grau de coerência, quando:

- concorda com as proposições dos modelos espontaneísta e alternativo;
- discorda das proposições dos modelos tradicional e tecnológico;
- não discorda das proposições dos modelos espontaneísta e alternativo;
- não concorda com as proposições dos modelos tradicional e tecnológico.

Seguindo esses critérios, o cálculo do grau de coerência, em relação a cada dimensão de ensino, pode ser feito utilizando a equação:

$$\text{Grau de coerência (E + A)} = n (E + A) + m (T + C) - x (E + A) - z (T + C)$$

Onde:

- **n**: número de afirmativas com atribuição 2 ou 3 (concordância), para uma dada dimensão dos modelos E e A;
- **m**: número de afirmativas com atribuição 0 ou 1 (discordância), para uma dada dimensão dos modelos T ou C;
- **x**: número de afirmativas com atribuição 0 ou 1 (discordância), para uma dada dimensão dos modelos E ou A;
- **z**: número de afirmativas com atribuição 2 ou 3 (concordância), para uma dada dimensão dos modelos T ou C

Calculado dessa maneira, o grau de coerência com os modelos E e A, em cada dimensão do ensino, tem o valor máximo igual a 4, sendo atingido quando $n=2$, $m=2$, $x=0$ e $z=0$. O valor mínimo é -4, sendo atingido quando $n=0$, $m=0$, $x=2$ e $z=2$.

O cálculo do grau de coerência de cada professor, para cada dimensão do modelo didático, foi realizado tendo como base a tabela 1. Os resultados foram organizados na tabela 6. Calculamos, também, o valor médio de coerência para cada professor, que pode sinalizar a coerência do conjunto das concepções do professor, em relação ao modelo didático pessoal.

Tabela 6: Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da primeira etapa da pesquisa.

	Grau de Coerência com E + A					Média
	Objetivo	Conteúdo	Contribuição	Metodologia	Avaliação	
J1	0	0	0	0	0	0,0
J2	2	0	0	4	2	1,6
J3	2	0	0	0	2	0,8
J4	0	0	2	0	0	0,4
J5	2	2	2	0	0	1,2
J6	0	0	0	2	2	0,8
J7	0	0	4	0	2	1,2
J8	4	2	2	0	0	1,6
J9	0	2	2	2	2	1,6
G1	0	2	4	4	2	2,4
G2	0	0	0	0	0	0,0
G3	0	0	0	0	0	0,0
G4	2	2	4	0	2	2,0
G5	0	0	0	0	0	0,0
G6	0	2	0	0	0	0,4
G7	2	2	2	0	2	1,6
G8	0	0	4	0	0	0,8
G9	0	0	-2	0	0	-0,4
G10	2	0	2	0	2	1,2
G11	2	0	2	0	2	1,2
G12	0	0	0	0	0	0,0
G13	0	0	4	0	0	0,8
G14	0	0	0	0	0	0,0

Calculamos, também, o valor médio de coerência do professor, apresentado na última coluna da tabela 6, buscando compreender a coerência do conjunto das concepções do professor, em relação ao modelo didático pessoal.

Observamos que o professor G1, que apresentou um modelo didático com menor hibridismo, foi também o que apresentou maior grau de coerência em relação aos modelos espontaneísta e alternativo. Verificamos, para esse professor, grau de coerência máxima em relação às dimensões metodologia de ensino e contribuição do estudante, o que refirma a hipótese de que esse professor esteja em processo evolutivo, em relação ao seu modelo didático.

Para uma melhor análise do grau de coerência dos professores em relação às proposições dos modelos espontaneísta e alternativo, transformamos os dados da tabela em gráfico, para as dimensões objetivo do ensino, conteúdo a ser ensinado, contribuição do estudante, metodologia do ensino e avaliação, apresentados, respectivamente, nas figuras 8 a 12.

A dimensão objetivo (figura 8), tem importância no momento do planejamento do que deve ser ensinado. O fato de 15 professores terem apresentado um grau de coerência igual a zero com os modelos didáticos representantes do paradigma construtivista nessa dimensão indica que esses professores têm pouca clareza em relação a essa dimensão.

Figura 8 - Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão objetivo do ensino.

A escolha do conteúdo a ser ensinado (figura 9) pressupõe um conhecimento dos conceitos envolvidos no conteúdo que se pretende ensinar, em relação aos objetivos do ensino. O fato de 16 professores apresentarem grau de coerência igual a zero em relação aos modelos didáticos espontaneísta e alternativo pode indicar que esses professores, apesar de pretenderem atender aos pressupostos construtivistas, não encontrando ferramentas epistemológicas se apoiam nos livros didáticos e trabalham o conteúdo sob o paradigma tradicional.

Professor

Figura 9 - Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão conteúdo.

A dimensão contribuição do estudante (figura 10) foi aquela na qual maior número de professores apresentou grau de coerência máxima. Tal fato pode sinalizar que esses professores, tanto em reuniões organizadas nas escolas, como a partir de leituras, estejam adquirindo informações de abordagens construtivistas, tendência presente nas propostas de ensino tando do estado de Minas Gerais (MARTINS et al.2008), quanto nas recomendações dos Parâmetros Nacionais que apontam que “*o papel fundamental da educação no desenvolvimento das pessoas e das sociedades amplia-se ainda mais no despertar do novo milênio e aponta para a necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos*” (BRASIL, 1998, p.1).

Professor

Figura 10- Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão contribuição.

Apesar da melhor coerência nessa dimensão, 10 professores apresentaram grau de coerência igual a zero e um professor, G9, apresentou grau de coerência negativo, o que pode indicar que esses professores, apesar de conhecerem as propostas construtivistas não sabem como trabalhar com a participação do estudante ou, simplesmente, preferem o modelo expositivo de ensinar.

Ao contrário da dimensão contribuição do estudante, a dimensão metodologia (figura 11) foi aquela com maior número de professores com grau de coerência igual a zero.

O baixo grau de coerência indica que apesar desses professores concordarem com proposições dos modelos construtivistas, concordam, também, com proposições antagônicas.

Figura 11 - Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão metodologia.

Carvalho (2004, p.9-10) afirma que “*é preciso que os professores saibam fazer que seus alunos aprendam a argumentar, [...] saibam criar um ambiente propício, [...] saibam construir atividades inovadoras, [...] saibam dirigir os trabalhos dos alunos.*” Podemos, portanto, supor que esses professores não sabem como trabalhar de acordo com o paradigma construtivista ou que outros fatores como suas próprias crenças e pressões externas como tempo, estrutura da escola e influência da equipe trabalho possam contribuir para que o professor não consiga evoluir rumo aos modelos construtivistas.

Na dimensão avaliação (figura 12), 13 dos professores apresentaram grau de coerência igual a zero em relação aos modelos espontaneísta e alternativo.

Figura 12 - Grau de coerência do Modelo Didático Pessoal, em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, para cada professor participante da pesquisa, na dimensão avaliação.

Professor

Esse resultado pode ser derivado das mudanças propostas na avaliação governamental para o ensino fundamental, o PAAE³⁰, um dos componentes do SIMAVE³¹. As avaliações são estruturadas com base nos pressupostos da construção do conhecimento, propostos pelo CBC de Minas Gerais (MARTINS et al., 2008). Considerando que esse sistema de avaliação ocorre anualmente e que os resultados, de acordo com as orientações, são discutidos pelo grupo de professores, que propõem ações para promover a adequação do ensino às propostas do CBC, consideramos ser natural que os professores planejem suas avaliações tendo como base essas propostas.

A incoerência dos professores, em todas as dimensões, parece indicar que esses professores, apesar de afirmarem possuir concepções em consonância com o paradigma construtivista, reproduzem os conceitos científicos da forma como os receberam em suas formações (GARCIA e PORLÁN, 1997), tendo como suporte para suas aulas, apenas os livros didáticos. Segundo Carvalho (2004, p.12), “o ensino baseado em propostas construtivistas exige novas práticas docente e

³⁰ Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar – PAAE: compreende três avaliações com objetivos distintos, cujos resultados são apresentados em relatórios estatísticos, gerados automaticamente pelo sistema: Diretores, Especialistas, Professores e Equipe Pedagógica da SRE devem analisar os relatórios das avaliações para convergir ações escolares integradas que promovam uma diferença significativa no desenvolvimento das habilidades contempladas nos CBC. Fonte: <http://paae.institutoavaliar.org.br>

³¹ Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública

discentes, inusuais na nossa cultura escolar”. A autora considera que é necessária uma tomada de consciência, por parte do professor, entre o que ele diz sobre o ensino e a sua prática, o que pressupõe a necessidade de investimento em formação continuada.

Calculamos o grau de coerência média para cada professor, como forma de identificar a coerência do conjunto de suas concepções de ensino e apresentamos os resultados na figura 13.

Figura 13: Grau de coerência média do Modelo Didático Pessoal para cada professor participante da pesquisa

Após verificarmos que os modelos didáticos dos professores apresentaram valores altos de hibridismo, o que significa uma aceitação irrefletida de modelos didáticos antagônicos e valores baixos de coerência em relação aos modelos espontaneísta e alternativo, modelos representantes do paradigma construtivista, a questão que originou esse subcapítulo persistiu: qual é o modelo didático dos professores de Ciências pesquisados?

Buscando encontrar respostas para essa questão, construímos, a partir dos próprios dados, a hipótese de que os professores estejam vivendo um processo de mudança de um modelo didático para outro, processo esse que se configura único para cada professor.

4.1.3 Caracterizando a evolução do modelo didático do professor

Considerando que os modelos tradicional e tecnológico apresentam características que os colocam como representantes do paradigma tradicional do ensino e que os modelos espontaneísta e alternativo, por suas características, representam o paradigma construtivista, os quatro modelos configuram um processo evolutivo do saber profissional, desde o paradigma tradicional até o construtivista.

Dessa forma, consideramos que a tendência ao modelo tecnológico em detrimento ao modelo tradicional significaria uma evolução dentro do paradigma tradicional. A tendência ao modelo espontaneísta em detrimento aos modelos tradicional e tecnológico significaria uma evolução com ruptura ao paradigma tradicional, enquanto a tendência ao modelo alternativo em detrimento aos demais modelos representaria uma evolução dentro do paradigma construtivista. Considerando que os professores de Ciências, participantes desta pesquisa apresentaram características correspondentes a todos os modelos didáticos, em todas as dimensões do ensino, para analisar suas respostas vamos utilizar o sistema de categorias para classificar os modelos didáticos dos professores (tabela 3), organizando os dados na tabela 7:

- **Modelo didático Ingênuo (MDI):** quando o professor apresentar concordância com as proposições dos quatro modelos didáticos, em todas as dimensões do ensino, não apresentando rejeição a qualquer proposição, de quaisquer modelo didático, em nenhuma das 5 dimensões do ensino.
- **Modelo didático em evolução 1 (MDE1):** quando, na maioria das dimensões do ensino, o professor apresentar concordância com as proposições dos modelo tecnológico, espontaneísta e alternativo e rejeição a algumas proposições do modelo tradicional.

- **Modelo didático em evolução 2 (MDE2):** quando, na maioria das dimensões do ensino, o professor apresentar concordância com as proposições dos modelos espontaneísta e alternativo, rejeição a algumas proposições do modelo tecnológico e rejeição à maioria das proposições do modelo tradicional.
- **Modelo didático em evolução 3 (MDE3):** quando, na maioria das dimensões do ensino, o professor apresentar concordância com as proposições do modelo alternativo e espontaneísta e rejeição à maioria das proposições dos modelos tecnológico e tradicional.
- **Modelo didático em evolução 4 (MDE4):** quando o professor concordar com todas as proposições do modelo alternativo e rejeição à maioria das proposições dos modelos tecnológico, tradicional e espontaneísta.

Tabela 7 - Concordância de cada professor participante da pesquisa que com as proposições do Modelo Didático Pessoal e classificação do modelo didático de cada professor, segundo a escala de categorias da evolução dos modelos didáticos.

Professor	Modelo didático				Categorização da evolução dos modelos didáticos
	Tradicional	Tecnológico	Espontaneísta	Alternativo	
J1	5	5	5	5	MDI
J2	2	3	4	5	MDE2
J3	3	5	5	5	MDI
J4	4	5	5	5	MDI
J5	1	5	4	5	MDE1
J6	3	4	4	5	MDI
J7	4	4	5	5	MDI
J8	1	3	4	5	MDE2
J9	2	4	5	5	MDE1
G1	1	2	2	5	MDE4
G2	5	5	5	5	MDI
G3	5	5	5	5	MDI
G4	2	3	5	5	MDE2
G5	5	5	5	5	MDI
G6	4	5	5	5	MDI
G7	3	3	5	5	MDI
G8	4	5	5	5	MDI
G9	5	5	4	5	MDI
G10	2	5	5	5	MDE1
G11	3	4	5	5	MDI
G12	5	5	5	5	MDI
G13	4	5	5	5	MDI
G14	5	5	5	5	MDI

Chama a atenção o fato que dentre os 23 professores que tiveram seus modelos didáticos categorizados, 16 apresentarem um modelo didático que pode ser considerado como ingênuo (MDI), por concordarem com as proposições de todos os modelos, na maioria das dimensões, o que significa que esses professores, provavelmente, não refletem sobre a própria prática, de forma que estariam fora do processo de evolução defendido por esta pesquisa. Consideramos esse dado significativo, pois representa 70% dos professores pesquisados.

De acordo com os mesmos critérios, três professores estariam com um modelo didático em evolução 1 (MDE1); três professores estariam com um modelo didático em evolução 2 (MDE2), e apenas um professor estaria com um modelo didático em evolução 4 (MDE4), indicativo de um processo de aceitação das proposições do modelo alternativo e rejeição da maioria das proposições dos demais modelos, modelo didático que, em nossa concepção, seria o desejável para a melhoria do ensino de Ciências, por corresponder a um modelo que tende a promover a construção do conhecimento.

O resultado encontrado, com a maioria dos professores apresentando um modelo didático ingênuo poderia explicar dados da literatura (GUIMARÃES, ECHEVERRÍA e MORAES, 2006; CAVALCANTE e SILVA, 2008 e SANTOS JR. e MARCONDES, 2008) quando indicam que os professores não apresentam um único modelo didático.

Objetivando esclarecer os resultados apresentados e a validade desse sistema de categorias para analisar o modelo didático dos professores, vamos comparar, na tabela 8, os resultados em relação ao grau de hibridismo do modelo didático, ao grau de coerência com os modelos espontaneísta e alternativo e à categorização da evolução do modelo didático. Para essa comparação, vamos utilizar as respostas dos professores G1 e G9 porque esses professores apresentam resultados opostos.

Tabela 8 - Comparação dos resultados em relação ao grau de hibridismo do modelo didático, ao grau de coerência com os modelos espontaneísta e alternativo e à categorização da evolução do modelo didático.

Professor	G1	G9
Grau de hibridismo do modelo didático	2,0 em 4,0	3,8 em 4,0
Grau de coerência com os modelos espontaneísta e alternativo	2,4 em 4,0	-0,4 em 4,0
Categorização da evolução do modelo didático.	MDE4	MDI

A análise dos dados da tabela 8 deixa claro que existe uma relação entre o grau de hibridismo do modelo didático, o grau de coerência do modelo didático e a evolução desse modelo, de forma que o professor G1, cujo modelo didático encontra-se em nível mais alto de evolução, seguindo o critério proposto, é o que apresenta menor grau de hibridismo do modelo didático e maior grau de coerência, ao contrário do professor G9, que apresentou o menor grau de coerência e um grau de hibridismo alto e que teve seu modelo didático categorizado como ingênuo.

Considerando que a proposta do Currículo Básico Comum de Minas Gerais (MARTINS et al., 2008, p.1) aponta para o ensino de Ciências como uma “construção humana, que envolve relações com os contextos cultural, ambiental, sócio-econômico, histórico e político”, ou seja, aponta para um ensino na dimensão alternativa e espontaneísta, o alto grau de hibridismo do modelo didático dos professores, o baixo grau de coerência dos professores em relação aos modelos representantes do paradigma construtivista do ensino e o fato da maioria dos professores de Ciências apresentarem modelos didáticos ingênuos tornam-se preocupantes e justificam que façamos investimentos em formação continuada com cursos voltados para a evolução dos modelos didáticos dos professores.

4.2 O conceito de transformações químicas na visão dos professores de Ciências

“Vivimos en un mundo de conceptos. Sin conceptos no comprendemos el mundo, y sin conceptualizar no nos desarrollamos cognitivamente. Sin embargo, en la enseñanza, en la escuela, los conceptos son ampliamente subestimados e ignorados.” (MOREIRA, 2010, p.22).

Para melhor compreendermos a prática dos professores ao ensinarem transformações químicas, buscamos, inicialmente, identificar os conceitos de

transformações químicas presentes nas manifestações dos professores e como eles percebem a importância desse conceito para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

4.2.1 Importância do ensino do conceito de transformações químicas

Inicialmente, perguntamos aos professores se consideravam que é importante ensinar transformações químicas, durante o curso de ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental. Todos os professores concordaram ser importante esse ensino. As justificativas apresentadas foram agrupadas de acordo com a proximidade das idéias e estão apresentadas no quadro 4.

Quatro professores (G2, G4, G5 e G7) não vêem o Ensino Fundamental como um momento de formação do estudante, que tenha um fim em si mesmo. Ao contrário, esses professores consideram o Ensino Fundamental importante para fazer uma ligação com o Ensino Médio, o que indica uma visão reduzida da função do Ensino Fundamental e do papel da escola.

Quadro 4: Justificativas sobre a importância do ensino do conceito de transformações químicas.

Justificativa	Professor
Transformações químicas estão presentes no cotidiano, nos seres vivos, facilitando a compreensão do ambiente	J2, J3, J4, J9, G1, G3, G4, G6, G7, G8, G9, G10, G13
Despertam a curiosidade para os fenômenos que nos rodeiam.	J5, G8
Relação com outros conteúdos como átomo, elemento químico, tabela periódica, ligações químicas e funções químicas, que antecedem o conteúdo de transformações químicas.	J8
O ensino de química é uma ponte que liga o conhecimento do estudante ao ensino médio	G2, G4, G5, G7
Para que o estudante desenvolva habilidades críticas, analisar, julgar.	G10
Para os estudantes terem contato com as substâncias	G14
Não responderam, ou deram resposta vaga.	J1, J6, G11, G12

Merece destaque o fato de que apenas o professor G10 destaca a importância do conceito de transformações químicas para a construção de

habilidades do pensamento crítico, visto ser essa também, uma das diretrizes do CBC de Minas Gerais (MARTINS et al., 2008). Por outro lado, a maioria dos professores pesquisados considerou o ensino de transformações químicas importante por causa da oportunidade de contextualização e da relação entre as transformações químicas e a vida, sendo essa, também, uma das diretrizes do CBC mineiro, que propõe um ensino contextualizado. A formação de todos os professores na área da Biologia também pode explicar as manifestações da maioria dos professores que indicam relacionar o ensino de transformações químicas com a vida.

Utilizando a classificação das tendências das concepções dos professores, proposta por Guimarães, Echeverría e Moraes (2006), observamos que, de 19 professores que se posicionaram, o professor J8 apresentou uma *tendência conservadora*, citando objetivos de caráter permanente; os professores G2 e G5 apresentaram uma tendência conservadora quando consideram o ensino em função da utilidade; os professores G4 e G7 apresentaram uma tendência pragmática ao relacionarem o ensino ao seu contexto e conservadora quando consideram o ensino em função da utilidade; o professor G10 apresentou uma tendência pragmática e transformadora, citando ao mesmo tempo objetivos de ensino utilitários e de desenvolvimento de habilidades e competências, enquanto todos os 13 demais professores tiveram uma *tendência pragmática* citando objetivos de ensino voltados para a utilização no dia a dia.

Guimarães, Echeverría e Moraes (2006, p.312), apoiados em Bachelard (1974b)³², relacionam a tendência pragmática ao empirismo, considerando-o como “*uma perspectiva filosófica absolutista que resultaria no tratamento dos conteúdos como conhecimentos verdadeiros a serem assimilados*”, o que é uma das características do modelo de ensino baseado na transmissão do conhecimento. O fato da maioria dos professores apresentar tendência relacionada à transmissão do conhecimento em relação aos objetivos do ensino corrobora os resultados encontrados quando analisamos o modelo didático dos professores (tabela 2, p.86).

³² BACHELARD, Gaston. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Abril S.A., 1974b, p.247-337. In *Coleção: os Pensadores*.

4.2.2 O conceito de transformações químicas apresentado pelos professores

Aos dois grupos de professores participantes da pesquisa pedimos que apresentassem o conceito de transformações químicas, em diferentes instrumentos, nos quais solicitamos que:

1. Explicitassem seus entendimentos sobre o conceito de transformações químicas

- Os professores do grupo J desenvolveram essa atividade, organizados em três subgrupos, que foram definidos de acordo com seus interesses.

J1 e J3

J2 e J8

J4, J5, J6, J7 e J9

- Os professores do grupo G desenvolveram essa atividade individualmente, porém como estavam organizados em círculo, puderam trocar informações entre si.

2. Representassem suas idéias sobre o conceito de transformações químicas, por meio de um mapa conceitual³³

- Os professores do grupo J desenvolveram esta atividade, organizados nos mesmos grupos da atividade anterior
- Os professores do grupo G desenvolveram essa atividade individualmente, porém como estavam organizados em círculo puderam trocar informações entre si.

³³ Os professores dos dois grupos afirmaram conhecer o processo de construção de mapas conceituais que, segundo eles, está presente em alguns livros de Ciências do 9º ano, de forma que consideraram a atividade como um processo simples. Porém, observando o que apresentaram, percebemos que algumas representações não podem ser consideradas como mapas conceituais, segundo os critérios de MOREIRA (1996) e os chamaremos de representações para o conceito de transformações químicas.

3. Citassem exemplos de transformações químicas, justificando-os. Tanto os professores do grupo J como os do grupo G desenvolveram esta atividade individualmente, porém como estavam organizados em círculo, puderam trocar informações entre si.

Consideramos que as diferenças entre a forma de obtenção de dados, neste caso, não foram significativas visto que os professores do grupo G, apesar de terem construído, individualmente, suas representações, compartilharam idéias com os outros professores do grupo, assim como o fizeram os professores do grupo J.

Rubilar e Izquierdo (2011) chamam a atenção para a necessidade de que os professores tenham clara a caracterização do que é uma transformação química, listando alguns aspectos que consideram como fundamentais para esse conceito:

- a) substâncias desaparecem e aparecem outras;*
- b) elementos são conservados; a massa é conservada (nos átomos, que incluem elétrons);*
- c) as substâncias reagem em proporções fixas;*
- d) a energia é conservada;*
- e) a transformação pode ser representada mediante átomos e ligações;*
- f) no estado final é executado o potencial químico disponível podendo ser atingido o equilíbrio químico. (p.215 – tradução nossa)*

Compreendemos que, na literatura, o conceito de transformações químicas é muito mais profundo do que aquele conceito que o professor de Ciências irá formar em conjunto com seu estudante de 9º ano do Ensino Fundamental. Dessa forma, estabelecemos os critérios para esse conceito tendo como base o CBC do estado de Minas Gerais (MARTINS et al., 2008), que sugere o que os professores deveriam ensinar.

Optamos por analisar o conceito de transformações químicas apresentado pelos professores utilizando os níveis macroscópico, submicroscópico e representacional, propostos por Johnstone (2000) e, para tanto, estabelecemos

critérios para uma distinção entre os níveis. Porém, ao analisarmos as respostas dos professores, verificamos que várias não apresentaram conceitos que pudessem ser classificados em qualquer dos três níveis, de forma que buscamos um sistema de categorias para analisar essas respostas.

Martorano (2012) elaborou um conjunto de categorias para analisar os modelos teóricos relacionados ao tema 'Cinética Química'. De acordo com a autora, os modelos teóricos dos professores poderiam ser classificados em quatro níveis: Modelo de ensino macroscópico (MAM) no qual o professor apresenta fatores macroscópicos que influenciam a velocidade das reações; Modelo de ensino pseudomicroscópico (MEP), no qual o professor enfoca fatores que influenciam a velocidade usando termos microscópicos, sem elaboração de modelo teórico; Modelo de ensino submicroscópico 1 (MES1), segundo o qual a explicação do professor contempla a teoria das colisões e a energia de ativação mas não apresenta a concepção de quebra e formação de ligações e também do complexo ativado e Modelo de ensino submicroscópico 2 (MES2), no qual a explicação do professor contempla, inclusive, a concepção de quebra e formação de ligações e, também, do complexo ativado.

As categorias construídas por Martorano serviram de base para as categorias que elaboramos para identificar as visões dos professores sobre o conceito de transformações químicas. Nosso conjunto será composto de três categorias de análise, organizadas em três grupos, como será detalhado nos itens A, B e C a seguir (p.114-116).

A. Visão Macroscópica

Para ser classificado na categoria 'visão macroscópica', o conceito deve apresentar as concepções de reagentes e produtos, de evidências e de formação de novas substâncias (Figura 14).

A1. Visão pseudo-macroscópica (VPM): consideramos essa como sendo uma visão ingênua, classificada nessa categoria, por se relacionar ao “*que se*

pode ver” (JOHNSTONE, 2000, p.11, tradução nossa). O professor apresenta um conceito de transformação química genérico, como uma transformação do ambiente, por exemplo. Ele não explicita quaisquer dos aspectos macroscópicos considerados.

A2. Visão macroscópica de nível 1 (VM1): o professor, ao conceituar ou citar exemplos de transformações químicas, apresenta até dois dos aspectos macroscópicos (presença de reagentes e produtos, evidências, formação de novas substâncias) ou exemplos que demonstram o conhecimento de que na transformação química há formação de nova substância.

A3. Visão macroscópica de nível 2 (VM2): o professor, ao conceituar ou citar exemplos de transformações químicas, apresenta os três aspectos macroscópicos, presença de reagentes e produtos, evidências, formação de novas substâncias ou exemplos que demonstram o conhecimento de que na transformação química há formação de novas substâncias.

Figura 14: Representação dos aspectos conceituais da Visão Macroscópica para o conceito de Transformações Químicas

B. Visão Submicroscópica

Para ser classificado nessa categoria, o conceito deve apresentar as concepções de quebra de ligações, com formação de novas ligações pelo rearranjo de átomos (Figura 15).

B1. Visão pseudo-submicroscópica (VPSM): o professor não cita claramente qualquer dos aspectos que remetem ao modelo de partículas. Pode citar molécula, átomo, elemento ou ligações químicas sem, entretanto, relacionar esses aspectos à quebra de ligações, rearranjo ou formação de novas ligações.

B2. Visão submicroscópica de nível 1 (VSM1): o professor, além de molécula, átomo, elemento ou ligações químicas, deixa claro que, em uma transformação química, ocorre a quebra de ligações ou que ocorre a formação de novas ligações, ou, ainda, que ocorre rearranjo de átomos.

B3. Visão submicroscópica de nível 2 (VSM2): o professor demonstra compreender a transformação química como resultado de quebra de ligações, rearranjo de átomos e formação de novas ligações.

Figura 15: Representação dos aspectos conceituais da Visão Submicroscópica para o conceito de Transformações Químicas

C. Visão Representacional

Para ser classificado na categoria visão representacional, o conceito deve apresentar as concepções de que a equação química representa a transformação química e de que o balanceamento representa a conservação dos átomos e da massa.

C1. **Visão pseudo-representacional (VPR):** o professor cita a expressão equação química, sem deixar claro que as equações químicas são representações das transformações químicas.

C2. **Visão representacional de nível 1 (VR1):** o professor demonstra compreender que uma transformação química pode ser representada por uma equação química, na qual as substâncias participantes são representadas por fórmulas ou, em sua resposta, está presente a necessidade do balanceamento.

C3. **Visão representacional de nível 2 (VR2):** o professor demonstra compreender que uma transformação química pode ser representada por uma equação química na qual as substâncias participantes são representadas por fórmulas. Em sua resposta está presente que o balanceamento é necessário para representar a conservação dos átomos e a conseqüente conservação da massa.

Figura 16: Representação dos aspectos conceituais da Visão Representacional para o conceito de Transformações Químicas

Consideramos que, para que o professor de Ciências consiga auxiliar o estudante no seu processo de construção do conceito de transformações químicas, a visão mais completa que esse professor precisa possuir deve ser composta das visões nos três níveis: macroscópico, submicroscópico e representacional propostos por Johnstone (2000), sendo que, para ser considerada adequada, a visão do conceito de transformações químicas deve estar inserida nas visões VM2, VSM2 e VR2, de forma que transformações químicas sejam compreendidas como transformações que ocorrem com a formação de novas substâncias a partir de substâncias iniciais, sendo esse um processo envolve a quebra das ligações das estruturas formadoras das substâncias iniciais, rearranjo de átomos que conduz à formação de novas ligações que levam às estruturas das substâncias finais.

Dessa forma, consideramos fundamental, para a completa compreensão desse conceito, o reconhecimento de que esse processo pode ocorrer com evidências energéticas perceptíveis, alteração de cor, textura, precipitação de sólidos ou liberação de gás. Outra vertente significativa desse conceito, é o reconhecimento de que as transformações químicas podem ser representadas por equações químicas, que indicam as substâncias participantes e o balanceamento, que representa a conservação dos átomos e a conseqüente conservação de massa.

A figura 17 representa o que acreditamos ser uma visão adequada para o conceito de transformação química, visão essa que seja a mínima necessária para que o professor possa mediar a construção desse conceito por seus estudantes.

Figura 17: Representação das visões adequadas para a construção do conceito de Transformações Químicas, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

Apresentamos, a seguir, nos quadros 5 a 27, as respostas de cada professor, classificadas segundo as categorias estabelecidas. As concepções alternativas que se fizerem presentes não serão consideradas. Levaremos em conta apenas a presença ou não dos aspectos conceituais que destacamos para a classificação do conceito, da representação (mapas conceituais) e dos exemplos apresentados por cada professor.

Os quadros 5 a 13 são referentes aos instrumentos dos professores do grupo J. Os professores desse grupo apresentaram o conceito de transformação química e a representação em grupos (J1 e J3; J2 e J8; J4, J5, J7 e J9) e apresentaram os exemplos individualmente. Os quadros 14 a 27 são referentes aos instrumentos dos professores do grupo G, que apresentaram o conceito de transformação química, a representação e os exemplos individualmente.

Quadro 5: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J1

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“Transformações químicas são modificações existentes no ambiente que possibilitam o entendimento dos impactos causados pela globalização e auxiliam um posicionamento crítico e reflexivo diante a essas transformações, de maneira a priorizar a sustentabilidade.”</p>	VPM
<p>Mapa Conceitual</p> <p>deslocamento</p> <p>Transformações Químicas</p> <p>Formações, modelos e representações</p> <p>velocidade</p> <p>tempo</p> <p>F.F (avulsão)</p> <p>mundo</p> <p>aprendizagem significativa</p> <p>transformações</p> <p>surgimento</p> <p>desaparecimento</p> <p>F.Q</p>	VPM
<p>Exemplos e explicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processo de fermentação: o fermento libera CO_2, onde vai haver o crescimento do bolo, do pão • Chuva ácida: processo de deterioração (prédios, monumentos) • Ferrugem: a demonstração da oxidação 	VM1

Quadro 6: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J2

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“Transformação Química é qualquer reação que ocorre com um determinado elemento que, em certas condições de temperatura, pressão, etc..., gera uma nova substância”.</p>	VM1
	VPSM e VM2
<p>Exemplos e explicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ácido gástrico e enzimas no estômago: o suco gástrico atua na quebra das substâncias orgânicas ingeridas através dos alimentos, transformando-as em pequenas partículas para serem absorvidas pelo organismo. • Queima da glicose para liberação de energia: a quebra da molécula de glicose do organismo, armazenada no fígado, na forma de glicogênio para produção de energia necessária para a realização de atividades vitais. • Queimadas em florestas: a queima da madeira da floresta, liberando energia, produzindo o carvão. • Digestão do alimento: a formação de novas substâncias, liberação de excretas. Ocorre mudança na forma e textura. • Ferrugem do Bombril: formação de novas substâncias, mudança na forma, textura e coloração. • Combustão do papel liberação de calor, produção de nova substância, desprendimento de gás. 	VM2

Quadro7: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J4

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“Transformar é modificar a parte fundamental da matéria, sabendo relacionar os fenômenos observáveis ou não, de forma explicativa, levando ao entendimento do que ocorre ao nosso redor, desenvolvendo competências simbólicas da transformação química, possibilitando a transição do plano observável para os modelos explicativos”.</p>	VPM
<pre> graph TD A[Conceito de T.Q. pode ser:] --> B[mudanças] A --> C[alterações] B -- ou --> C B --> D[que] C --> D D --> E[promovem] E --> F[um] F --> G[rearranjo de átomos] G --> H[formando uma] H --> I[nova substância] I --> J[a partir de] J --> K[modelos explicativos] </pre>	<p>VM1</p> <p>VSM2</p>
<p>Exemplos e explicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reação química “digestão do alimento”: os alimentos que comemos passam por várias transformações (combustão), onde o objetivo é liberar energia para o organismo e o que não foi aproveitado, é eliminado. • Azedamento do leite: mostrar as mudanças quanto a textura, sabor, formação de novas substâncias. • Oxidação: observar a alteração nos materiais como pregos, Bombril (palha de aço), mediante a presença de ar e umidade. 	VM1

Quadro 8: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J3

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito – Vide professor J1	VPM
Representação - Vide professor J1	VPM
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Combustão: no estado vapor ele se combina com o oxigênio do ar, liberando CO₂ • Transformação de alimentos(digestão): os alimentos ao serem ingeridos sofrem, por ação das enzimas, diversas transformações até serem absorvidos pelo organismo. • Estados físicos da água: a água, dependendo da temperatura e pressão a que está inserida, sofre transformações que alteram sua composição. 	VM1

Quadro 9: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J5

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito - Vide professor J4	VPM
Representação - Vide professor J4	VM1 VSM2
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Queima de combustível: libera gás e energia • Oxidação de peças de ferro:mudança na cor e textura das peças. • Cozimento dos alimentos: alteração na estrutura dos alimentos, alteração na textura dos alimentos. • Queima do papel: papel não retorna a sua condição inicial • Enferrujamento do Bombril: o bombril não retorna a sua condição inicial 	VM1

Quadro 10: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J6

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito - Vide professor J4	VPM
Representação - Vide professor J4	VM1 VSM2
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Deterioração dos alimentos: porque há transformação de algumas substâncias em outras, através de vários fatores que vão comprovar uma reação química. • Formação da ferrugem: o oxigênio do ar (umidade) em contato com o ferro provoca a sua oxidação, corrosão e formação de novo material. • Digestão dos alimentos: enzimas produzidas por nosso organismo vão reagir com as substâncias formadoras dos alimentos e se transformarem em outras substâncias essenciais ou não. 	VM1

Quadro 11: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J7

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito: vide professor J4	VPM
Representação: vide professor J4	VM1 VSM2
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Queima de combustível: a movimentação do carro, havendo liberação de gases • Ferrugem: oxidação do ferro, presença de água causando a transformação da matéria. • Água com sonrisal: há liberação de gases e transformação. 	VM1

Quadro 12: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J8

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito - Vide professor J2	VM1
Representação - Vide professor J2	VSM1 VM2
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Combustão dos combustíveis: qualquer combustão há transformação das substâncias iniciais (combustível + oxigênio) em gás carbônico e água, com liberação de energia (produção) • Fotossíntese: transformação de energia solar em energia química (alimento). A energia fica armazenada, pronta para ser liberada através da respiração • Reação de ácido mais base, produzindo sal $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ácido Sulfúrico hidróxido de sódio sulfato de sódio</p> • Saponificação: ácido inorgânico na extremidade de um lipídeo + base inorgânica, forma-se um sabão. • Reação de respiração: reação de oxidação da glicose. 	VM2 VR2

Quadro 13: Visão do conceito de Transformações químicas segundo o Professor J9

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
Conceito- Vide professor J4	VPM
Representação - Vide professor J4	VM1 VSM2
<ul style="list-style-type: none"> • Bolo: as estruturas dos ingredientes foram modificadas, transformando em uma matéria diferente. • Materiais de limpeza: ocorre com os ingredientes uma transformação química, pois eles foram modificados, transformando-se numa matéria diferente. • Ferrugem: houve uma transformação química pois o ferro em contato com o oxigênio do ar atmosférico formou um óxido de ferro III. Houve alteração na estrutura da matéria, mudança de cor, oxidação do ferro. • Queima de combustível: ocorrerá liberação de gás, mudança na estrutura da matéria. • Água com limão: alteração no sabor 	VM2

Quadro14: Visão do conceito de Transformações Químicas segundo o Professor G1

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Todo processo, ou seja, fenômeno, que altera a natureza da matéria"	VPM
VM1 VSM2 VPR
Exemplos e explicações: <ul style="list-style-type: none"> • Digestão dos alimentos: ocorre mudança na natureza da matéria e dá origem a novas substâncias. $\text{Alimento x} + \text{enzima Y} = \text{produto}$ • Respiração: também ocorre mudança na natureza e surge uma nova substância 	VM1 VPR

Quadro15: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G2

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“É toda modificação que acontece entre elementos químicos, quando estes passam por uma reação e sofrem alterações.”</p>	VPSM
<pre> graph TD A[Transformações] -- que causam --> B[átomos] A -- que causam --> C[moléculas] B -- que vão gerar --> D[novas composições] C -- que irão construir --> E[novas substâncias] D -- que buscam a --> F[matéria] E -- que levam a --> G[experimentos] F -- que tem suas --> H[propriedades] G -- que geram --> I[Construção da conceitualização] H --> I </pre>	VM1 VPSM
<p>Exemplos e explicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nosso sal de cozinha: processo de transformação acontece com a evaporação da água marinha (do mar) e deixando como resultado o sal de cozinha. A fotossíntese: o processo de transformação da energia solar, captada pelas plantas e modificado para seu alimento. 	VPM

Quadro 16: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G3

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"São transformações que ocorrem a todo o momento, no dia-a-dia"	VPM
<pre> graph TD TRANSFORMAÇÕES --- MISTURAS TRANSFORMAÇÕES --- MUDANÇAS TRANSFORMAÇÕES --- AMADURECIMENTO[AMADURECIMENTO DE ALIMENTOS] TRANSFORMAÇÕES --- NOVAS[NOVAS SUBSTÂNCIAS] TRANSFORMAÇÕES --- EVIDÊNCIAS TRANSFORMAÇÕES --- REAGENTES TRANSFORMAÇÕES --- NATUREZA TRANSFORMAÇÕES --- AMBIENTE TRANSFORMAÇÕES --- ALTERAÇÃO TRANSFORMAÇÕES --- IDENTIFICAÇÃO </pre>	VM2
<ul style="list-style-type: none"> • Receita de um bolo: os ingredientes para fazer a massa, o fermento para tornar maior e macio. • Água: transformação dos gases em líquida H_2O 	VM1

Quadro 17: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G4

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Seria o que temos em mãos e este algo passa por uma reação, virando outra coisa"	VPM
<p>Handwritten diagram illustrating the concept of chemical transformations. It starts with "As transformações químicas" (Chemical transformations) which leads to "matéria" (matter) via "associamos" (we associate). From "matéria", it goes to "química" (chemistry) via "através" (through), and then to "através da matéria" (through matter). A curved arrow points from "química" back to "As transformações químicas" with the note "também aprendemos sobre ligações" (we also learn about bonds). Another path goes from "química" to "tabela periódica" (periodic table) via "aprendemos sobre" (we learn about), which then leads to "átomos" (atoms) and "nêutrons" (neutrons). A separate path shows "fazemos experimentos" (we do experiments) leading to "funções orgânicas" (organic functions), which also points back to "As transformações químicas".</p>	VPM VPSM
<ul style="list-style-type: none"> • Petróleo: quando o petróleo entra em forma cru, passando por destilação fracionada e dando origem a outros, sendo estes gasolina, piche, matéria prima para plástico, etc. • Óleo de cozinha: em ambiental o óleo é misturado à soda e outros componentes, dando origem ao sabão. 	VM1

Quadro 18: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G5

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“É quando ocorre uma reação ou uma mudança com o determinado material, seriam as transformações.”</p>	VPM
<p>VM1</p> <p>VPSM</p>
<ul style="list-style-type: none"> • A comida: precisa ocorrer a decomposição dessa, então ocorre através de transformações químicas. • A respiração: precisa-se de ocorrer a transformação com as plantas, para ocorrer a fotossíntese 	VPM

Quadro 19: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G6

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Quando pegamos um elemento e transformamos ou mudamos sua composição (matéria)."	VPM
<pre> graph TD A[Transformações Químicas] --> B[fenômenos químicos] B --> C[que altera] C --> D[composição da matéria] A --> E[ligações químicas] E --> F[representado] F --> G[átomos] G --> H[moléculas] H --> I[elementos químicos] I --> J[substâncias] J --> K[participam] K --> L[Equações Químicas] L --> M[reações] M --> N[Que ocorre] N --> O[reagente] O --> P[produto] </pre>	VM1 VPSM VPR
<ul style="list-style-type: none"> Ferrugem: mostrar que um elemento que tem uma transformação química vai mudar sua composição inicial. A palha de aço, com o contato com a água e o oxigênio vai se transformar em ferrugem. Queima do papel: mostrar que a composição do papel vai mudar usando o fogo como combustão, transformando em outra composição. 	VM1

Quadro 20: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G7

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Transformações químicas são mudanças ocorridas em matéria, ser vivo."	VPM
<pre> graph TD Matéria --> Mistura Mistura --> Evidência Evidência --> Experimento Experimento --> Soluto Soluto --> Reagente Reagente --> Produto_final[Produto final] Produto_final --> Reação Reação --> Observação Observação --> Mudança </pre>	VM1
<ul style="list-style-type: none"> • Fotossíntese: gás carbônico, com a luz solar, água e nutrientes, transformam em oxigênio. • O ato de alimentar. Mastigando um alimento: a enzima, com a saliva e os elementos contidos no alimento transformam em açúcar. 	VM1

Quadro 21: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G8

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“É um fenômeno onde duas ou mais substâncias se reagem gerando um novo produto. Altera a estrutura da matéria.”</p>	VM1
<pre> graph TD A[Átomos] -- constitui --> M[matéria] A -- "são formados por" --> E[Elementos químicos] E -- "através de" --> L[Ligações químicas] L -- "formam" --> S[Substâncias] M -- "Propriedades específicas" --> S S -- "alteram suas propriedades" --> T[Transformações químicas] T --> Ex[Experimentos] T --> Ev[Evidências] </pre>	<p>VM2</p> <p>VPSM</p>
<ul style="list-style-type: none"> • $\text{Água} + \text{sais minerais} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{luz}} \text{glicose} + \text{O}_2$ • Mostra a transformação de substâncias que ao se reagirem geram outras • Digestão do alimento: para que a digestão ocorra é necessário que ocorra uma transformação. 	<p>VM1</p> <p>VR1</p>

Quadro 22: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G9

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Mudanças substâncias, principalmente no cotidiano."	VPM
<p>Matéria</p> <p>↓</p> <p>Molécula → Transformações → Reagente</p> <p>↓</p> <p>Atos e reações → Mudanças → Observações</p> <p>↓</p> <p>produto final.</p>	VM1
<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo dos alimentos: por que utilizo dos recursos mais simples e do dia a dia para o atingimento dos estudantes • Produção de sabão caseiro: uma forma muito boa de ensinar, o aluno memoriza melhor, interage, participa mais e gosta muito das aulas práticas. 	VPM

Quadro 23: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G10

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Transformações químicas são combinações de substâncias resultando novas substâncias."	VM1
<pre> graph TD A[Química] --> B[Matéria] B --> C[Átomos] C --> D[Elementos Químicos] D --> E[Moléculas] E --> F[Substâncias] F --> G[Reação] F --> H[Combinação] G <--> H G --> I[Equilíbrio de Reação] H --> I I --> J[Mudanças] J --> K[Transformações Químicas] </pre>	VPSM
<ul style="list-style-type: none"> • $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$: reação de um ácido forte + uma base forte (perigosas) que transformam em uma substância como o sal. • $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Um ácido forte reage com uma base, formando um medicamento para o sangue. • Um bolo: é uma combinação de várias substâncias, resultando em um produto só, o bolo. 	VM1 VR1

Quadro 24: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G11

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"Todo fenômeno que altera a composição química da matéria."	VPM
<p> <pre> graph TD A[Átomo] --> B[modelo Atômico] B --> B1[núcleo: prótons, nêutrons] B --> B2[elétrons: elétrons] C[Elemento Químico] --> D[ligações químicas] E[Moléculas] --> F[Substâncias] F --> G[Transformações Químicas] G --> H[novas substâncias] G --> I[Experimentos Químicos] </pre> </p>	<p>VM1</p> <p>VPSM</p>
<ul style="list-style-type: none"> Água + limão: o adicionar o limão (suco) na água, ocorre uma transformação da substância neutra (água) em uma substância ácida. (Obs: substância neutra não há passagem de corrente elétrica; substância ácida permite a passagem de corrente elétrica. Respiração $\text{glicose} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ inspiração: O_2 expiração: CO_2 	<p>VM2</p> <p>VR1</p>

Quadro 25: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G12

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
"É a transformação de algumas substâncias em outras."	VM1
<p>Handwritten diagrams illustrating chemical transformations:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top Left: A vertical list of ingredients: "misturas" (mixtures), "leite" (milk), "açúcar" (sugar), and "ovos" (eggs), connected by downward arrows. Top Middle: A vertical list of ingredients: "bolo" (cake), "ovos" (eggs), "manteiga" (butter), and "farinha de trigo" (wheat flour), connected by downward arrows. Top Right: A vertical list of ingredients: "queijo" (cheese), "leite" (milk), and "coalho" (curd), connected by downward arrows. Bottom: A flowchart showing the process: "procedimento" (procedure) leads to "reagente" (reactant), which leads to "transformação" (transformation), then to "substâncias" (substances), "produtos" (products), and finally "evidências" (evidence). "transformação" also leads to "observação" (observation), which leads to "solução" (solution). A curved arrow connects "reagente" to "solução". 	VM1
<ul style="list-style-type: none"> Quando fazemos um pão, um bolo: quando colocamos os ingredientes em uma vasilha, juntamente com o fermento químico e batemos já acontece uma transformação. Quando comemos alguma coisa, ex: pão. Começando a mastigação já percebemos a transformação dos alimentos na boca 	VPM

Quadro 26: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G13

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“Processo químico em que duas substâncias se transformam em novas substâncias e geralmente é irreversível.”</p>	VM1
<pre> graph TD EQ[Elementos Químicos] -- "representados pelos" --> A[Átomos] EQ -- "identificado pelo seu" --> NA[número atômico] A --> P[Prótons] A --> N[neutrons] A --> E[elétrons] A -- "reunidos formam" --> M[Moléculas] M -- "formam as" --> S[Substâncias] S -- "são representadas por" --> FQ[fórmula química] FQ -- "presentes nas" --> EQ2[equações químicas] EQ2 -- "há formação de" --> NS[novas substâncias] </pre>	<p>VM1</p> <p>VPSM</p>
<ul style="list-style-type: none"> • A ferrugem, a queima do papel: o ferro combina-se com o oxigênio do ar, transformando-se na ferrugem. • A fotossíntese: o gás carbônico combina-se com a água, transformando-se em glicose, que é o catalisador dessa reação 	VM2

Quadro 27: Visão do conceito de Transformações Químicas, segundo o Professor G14

Conceito, representação e exemplos de transformações químicas.	Visão
<p>“Quando determinadas substâncias se transformam em outras.”</p>	VM1
<p>transformações químicas</p>	<p>VM2</p> <p>VPSM</p> <p>VR1</p>
<p>A fotossíntese Nesse processo pequenas moléculas se unem, transformando em uma molécula maior, que será um tipo de açúcar, a glicose.</p> <p>A queima de um papel: nesse processo o papel irá se transformar em cinzas, liberando CO₂ que possuirá uma composição diferente da anterior (antes da reação).</p>	VM1

Para melhor refletirmos sobre as visões dos professores acerca do conceito de transformações químicas organizamos os dados obtidos a partir da análise dos quadros 5 a 27, no quadro 28.

Quadro 28: Visões dos professores sobre o conceito de transformações químicas, segundo as categorias de análise.

Professor	Conceito apresentado	Mapa conceitual ou representação	Exemplos apresentados
J1	VPM	VPM	VM1
J2	VM1	VPSM e VM2	VM2
J3	VPM	VPM	VM1
J4	VPM	VM1 e VSM2	VM1
J5	VPM	VM1 e VSM2	VM1
J6	VPM	VM1 e VSM2	VM1
J7	VPM	VM1 e VSM2	VM1
J8	VM1	VSM1 e VM2	VM2 e VR2
J9	VPM	VM1 e VSM2	VM2
G1	VPM	VM1, VSM2 e VPR	VM1 e VPR
G2	VPSM	VM1 e VPSM	VPM
G3	VPM	VM2	VM1
G4	VPM	VPM e VPSM	VM1
G5	VPM	VM1 e VPSM	VPM
G6	VPM	VM1, VPSM e VPR	VM1
G7	VPM	VM1	VM1
G8	VM1	VM2 e VPSM	VM1 e VR1
G9	VPM	VM1	VPM
G10	VM1	VPSM	VM1 e VR1
G11	VPM	VM1 e VPSM	VM2 e VR1
G12	VM1	VM1	VPM
G13	VM1	VM1 e VPSM	VM2
G14	VM1	VM2, VPSM e VR1	VM1

Quando os professores apresentaram o conceito de transformações químicas, todos apresentaram apenas uma visão, não o conjunto delas. As visões se limitaram a VPM, VM1 ou VPSM.

O conceito de transformações químicas, apresentado pela maioria (65%) dos professores se limitou ao nível pseudo-macroscópico, ingênuo, por não terem sido abordados quaisquer dos aspectos que elencamos como característicos do nível macroscópico; 31% dos professores apresentaram conceitos classificáveis na subcategoria correspondente ao primeiro nível macroscópico e apenas um apresentou o conceito no nível pseudo-submicroscópico. Podemos, então, considerar que o conceito que os professores apresentaram está distante do conceito esperado para que promovam o ensino. Resultado semelhante foi encontrado por Marten del Pozo (2001) ao investigar as concepções de transformações químicas de professores espanhóis.

A manifestação de visões mais amplas do conceito de transformações químicas ocorreu quando os professores elaboraram mapas conceituais, do que quando apresentaram o conceito ou quando citaram exemplos, o que pode ser explicado pelo fato de que o mapa conceitual seja *“uma representação visual utilizada para partilhar significados”* (TAVARES, 2007, p.84) e, para construí-lo o professor tenha listado uma série de palavras conseguindo, assim, relacionar um número maior de aspectos conceituais.

Ainda assim, 26% dos professores apresentaram o conceito apenas no nível macroscópico; 61% utilizaram dois níveis conceituais para a representar, enquanto apenas 13% deles (G1, G6 e G14) representaram esse conceito utilizando-se dos três níveis conceituais, apesar de nenhum dos professores ter atingido o conjunto de níveis conceituais que consideramos adequado para que promovam o ensino do conceito de transformações químicas.

Quando citaram exemplos de transformações químicas e justificativas, já esperávamos que os aspectos macroscópicos fossem priorizados em detrimento aos aspectos submicroscópicos, o que veio a ocorrer, sendo que 17% dos professores citou também aspectos representacionais. Analisando os aspectos macroscópicos, verificamos uma menor incidência da visão pseudomacroscópica (17%), maior incidência da visão macroscópica do nível 1 (61%) e também maior incidência da visão macroscópica do nível 2 (22%).

Quando sintetizamos os resultados (Quadro 29), levando em conta a mais alta classificação, apresentada pelos professores, em cada nível, observamos que

seis professores apresentam o conceito de transformações químicas apenas no contexto dos aspectos macroscópicos, o que sugere a hipótese de que esses professores possam ter dificuldade em promover a construção desse conceito abrangendo os níveis submicroscópico e representacional, quando trabalham com seus estudantes.

Quadro 29: Síntese das visões ³⁴ dos professores sobre o conceito de transformações químicas, segundo as categorias de análise.

Professor	Síntese das Visões	Professor	Síntese das visões
J1	VM1	G1	VM1, VSM2 e VPR
J2	VPSM e VM2	G2	VM1 e VPSM
J3	VM1	G3	VM2
J4	VM1 e VSM2	G4	VM1 e VPSM
J5	VM1 e VSM2	G5	VM1 e VPSM
J6	VM1 e VSM2	G6	VM1, VPSM e VPR
J7	VM1 e VSM2	G7	VM1
J8	VM2, VSM1 e VR2	G8	VM2, VPSM e VR1
J9	VM2 e VSM2	G9	VM1
		G10	VM1 e VR1
		G11	VM2, VPSM e VR1
		G12	VM1
		G13	VM2 e VPSM
		G14	VM2, VPSM e VR1

Apenas seis professores apresentaram o conceito considerando os três níveis da classificação, sendo que, desses, apenas o professor J8 atingiu o segundo nível representacional. Dentre aqueles cujo conceito abrangia aspectos nos níveis macroscópico e submicroscópico, apenas cinco atingiram o segundo nível submicroscópico, o que indica que apenas esses consideraram o rearranjo de átomos como modelo explicativo das transformações químicas.

Os resultados obtidos em relação à visão dos professores sobre o conceito de transformações químicas é considerado, por nós, preocupante, pois indica que os

³⁴ Para sintetizar as visões dos professores sobre o conceito de transformações químicas, consideramos a classificação apresentada em um maior nível, nos três experimentos, por acreditarmos que, se o professor apresentou em algum instrumento a visão em um nível maior, esse nível o represente.

professores pesquisados apresentam um conceito de transformações químicas muito aquém do desejável para que consigam promover a construção desse conceito por seus estudantes, mediada pelo professor. Estes resultados demonstram que as visões dos professores atendem, parcialmente, aos pressupostos do Currículo Básico Comum de Minas Gerais em relação à visão macroscópica de reconhecimento das transformações químicas, porém não atendem a esses pressupostos em relação à visão submicroscópica, pois esse currículo propõe que, ao ensinar transformações químicas os professores devem levar seus estudantes a *“reconhecer os seguintes aspectos do modelo de partículas e utilizá-los para interpretar fenômenos: a matéria é formada por partículas e espaço vazio entre elas, as partículas estão em constante movimento em todas as direções, as partículas interagem umas com as outras”* (MARTINS et al., 2008, p.1).

Novamente salientamos, também a partir dessa análise, a necessidade de investimento em formação continuada dos professores de Ciências, apontando que essa formação deveria também ser voltada para a formação de conceitos que estruturam o pensamento químico (LIMA e BARBOSA, 2005), como o conceito de transformações químicas.

4.2.3 Amplitude conceitual em relação às idéias manifestas e à representação sobre Transformações Químicas

Quando analisamos o conceito de transformações químicas apresentado pelos professores investigados, verificamos haver semelhanças com os resultados apresentados por Martín del Pozo (2001), quando pesquisou as concepções de 24 futuros professores de Química. Em função dessas semelhanças, decidimos utilizar o esquema elaborado por Martín del Pozo em seu trabalho para analisar a amplitude dos conceitos e dos mapas conceituais que os professores participantes do nosso estudo apresentaram.

Analisando as respostas apresentadas pelos professores que participaram da nossa pesquisa identificamos que:

- usam diferentes terminologias para indicar o estado inicial;
- o conceito e a representação do conceito que descrevem parecem ter amplitudes conceituais diferentes.

Para o conceito e para a representação do conceito, assim como o fez Martín del Pozo (2001), vamos enumerar o que os 23 professores relacionam ao estado inicial da transformação química, ao processo em si e ao estado final. Para isso, analisamos o conceito e a representação que cada professor apresentou, buscando as expressões que utilizavam para indicar o estado inicial, o processo e o estado final. Vamos, também, em função dos objetivos da nossa pesquisa, destacar os aspectos conceituais, de acordo com os critérios de Johnstone (2000), ou seja, macroscópico, submicroscópico e representacional (quadro 30).

Quadro 30: Amplitude conceitual apresentada nas respostas dos professores quando manifestaram suas idéias sobre transformações químicas

Estado Inicial	Aspecto conceitual	Professores
Elemento	Indefinido	J2, J8, G2, G6
Parte Fundamental da matéria	Indefinido	J4, J5, J6, J7, J9
Natureza da matéria	Indefinido	G1
Determinado material	Macroscópico	G5
Substâncias	Macroscópico	G8, G10, G13 e G14
Processo	Aspecto conceitual	Professores
Processo ou fenômeno	Indefinido	G1, G13
Modificação	Indefinido	J1, J3, J4, J5, J6, J7, J9, G2
Mudança da composição da matéria	Indefinido	G6, G11
Mudança	Indefinido	G5, G7, G9
Altera a estrutura da matéria	Indefinido	G8
Combinação	Indefinido	G10
Transformação	Indefinido	G14
Estado final	Aspecto conceitual	Professores
Nova Substância / Outras substâncias	Macroscópico	J2, J8, G10, G13, G14
Outra coisa	Indefinido	G4
Novo produto	Indefinido	G8

Quando analisamos os aspectos macroscópicos, submicroscópicos e representacionais, verificamos que nenhum professor destacou algum desses aspectos para o processo, tendo a maioria absoluta deles apresentado expressões que não permitem a classificação em um dos níveis. Foram citados apenas aspectos macroscópicos, sendo 5 citações para o estado inicial e 5 para o estado final.

O fato dos professores se deterem aos aspectos macroscópicos quando apresentam livremente o conceito de transformações químicas, sugere o grau de elaboração desse conceito por parte desses professores se atenha a esse nível, o que é insuficiente para que promovam a adequada formação desse conceito, junto aos estudantes.

Verificamos, também, que apenas quatro professores, G8, G10, G13 e G14, apresentaram o conceito de transformações químicas descrevendo o estado inicial, o processo e o estado final, ou seja, 19 dentre os 23 professores apresentaram apenas partes desse conceito. A maioria dos professores se deteve à idéia de processo, sendo que 8 professores mencionaram que esse processo ocorre por modificação, expressão que pode ser um vício de linguagem mas que, usada com os estudantes pode transmitir a idéia de que em uma transformação os materiais continuem os mesmos, apenas com modificações, o que reforçaria essa concepção alternativa nos estudantes.

Outro dado importante é o fato de que o menor número de citações ocorreu em relação ao estado final, o que pode significar uma insegurança do professor em relação aos produtos das transformações químicas.

O quadro 31 foi elaborado a partir das representações (mapas conceituais), que os professores elaboraram para o conceito de transformações químicas. Analisando o quadro 31, vemos que, novamente (vide quadro 30), que os professores apresentaram um menor número de aspectos conceituais para o estado final do que para o estado inicial e para o processo, que recebeu o maior número de citações. Outro dado significativo foi o aumento do número de professores que apresentou aspectos conceituais para o estado inicial, para o processo e para o estado final, de 5 para 11 professores.

A observação de um número maior de aspectos conceituais apresentados quando os professores representam do que quando expressam suas concepções sobre o processo através de texto livre, corrobora aqueles relatados anteriormente (MARTÍN DEL POZO, 2001).

Quadro 31: Amplitude conceitual para as representações do conceito de Transformações Químicas apresentadas pelos professores.

Estado Inicial	Aspecto	Professores
Elemento	Indefinido	G8, G10, G11, G13
Composição da matéria	Indefinido	G6
Reagentes	Macroscópico	J2, J8, G1, G3, G5, G6, G9, G12, G14
Moléculas	Submicroscópico	G2, G9, G10, G11, G13
Átomos	Submicroscópico	G2, G8, G10, G11, G13
Substâncias	Macroscópico	G10, G11, G13
Produto	Macroscópico	G14
Processo	Aspecto	Professores
Fenômeno	Macroscópico	J1, J3, G5,
Rearranjo de átomos	Submicroscópico	J4, J5, J6, J7, J9
Mudança	Indefinido	4, J5, J6, J7, J9, G1, G3, G6, G9, G10
Alteração	Indefinido	4, J5, J6, J7, J9, G2, G3,
Rompimento	Submicroscópico	G5
Evidências	Macroscópico	G6, G7, G11, G12
Energia	Macroscópico	J2, J8
Ligações químicas	Submicroscópico	G8, G11, G13
Combinação	Indefinido	G10
Mesma quantidade de átomos	Submicroscópico	G14
Transformação	Indefinido	G11, G12
Estado final	Aspecto	Professores
Produtos	Macroscópico	G5, G6, G9
Substâncias	Macroscópico	G8
Substâncias (átomos, moléculas, composto iônico)	Submicroscópico	J2, J8,
Nova Substância	Macroscópico	J4, J5, J6, J7, J9, G1, G2, G3, G5, G11, G13, G14
Nova composição	Indefinido	G2

4.2.4 Concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas apresentadas pelos professores

Considerando que as concepções alternativas podem interferir na prática do professor ao ensinar um determinado conceito, fizemos uma análise de todos os instrumentos utilizados, visando detectar as concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas e agrupá-las em categorias (Quadro 32). Essas categorias foram construídas de acordo com as concepções apontadas na literatura (ANDERSON, 1986; POZO e CRESPO, 2009; SILVA, SOUZA e MARCONDES, 2008), como discutido no capítulo.

As concepções: modificação, transmutação, existência de um reagente principal, da necessidade de mais de uma substância para que ocorra uma transformação química e a confusão entre transformação química e transformação física, que mais aparecem nas respostas dos professores, são também aquelas mais citadas na literatura (ANDERSON, 1986; SILVA, SOUZA e MARCONDES, 2008; MORTIMER e MIRANDA, 1995).

É possível que as concepções de modificação, de transmutação e da necessidade de mais de uma substância para que ocorra uma transformação química, que aparecem nas respostas dos professores, seja apenas um uso incorreto da linguagem, porém essas concepções se tornam importantes, visto que a manifestação dessa linguagem entre professoras que trabalham ensinando Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental torna-se um problema na medida em que, transmitida para os estudantes, se torne entrave para a aprendizagem.

Consideramos que as concepções de surgimento e desaparecimento, reagente principal e a confusão entre transformação química e transformação física representam erros conceituais que podem se transformar em verdadeiros obstáculos para a aprendizagem dos estudantes.

Quadro 32: Concepções Alternativas apresentadas pelos professores

Professor	Linguagem que expressa a concepção de Modificação ^a (1)
J1	Mudança de cor nos reagentes.
J2	A quebra de ligações só sugere que houve separação das substâncias envolvidas.
J4	Oxidação: observar a alteração nos materiais como pregos, Bombril (palha de aço), mediante a presença do ar e da umidade.
J9	Os ingredientes (dos materiais de limpeza) foram modificados, transformando-se numa matéria diferente. As estruturas dos ingredientes (dos bolos) foram modificados, transformando-se numa matéria diferente.
G2	Transformação química é toda modificação que acontece entre elementos, quando estes passam por uma reação e sofrem alteração.
G4	Transformação química seria o que temos em mãos e este algo passa por uma reação virando outra coisa.
Professor	Linguagem que expressa a concepção de Transmutação ^a (2)
J5	O reagente virou produtos.
J7	Fotossíntese é a transformação da água + energia (solar) + oxigênio em gás carbônico em glicose, ou seja, a produção do seu próprio alimento.
J8	Fotossíntese: transformação de energia solar em energia química (alimento). A energia fica armazenada, pronta para ser liberada através da respiração.
G2	Transformações químicas causam alteração dos átomos que vão gerar novas

	composições.
G2	Fotossíntese: o processo de transformação da energia solar captado pelas plantas e modificado para seu alimento.
G6	Transformação química: quando pegamos um elemento e transformamos ou mudamos sua composição (matéria).
G7	O gás carbônico com a luz solar, água e nutrientes transformam em oxigênio.
Professor	Linguagem que expressa a necessidade de mais de uma substância^a(3)
G8	Transformação química é um fenômeno onde duas ou mais substâncias se reagem gerando um novo produto.
G10	Transformações químicas são combinações de substâncias resultando novas substâncias.
G12	Transformações químicas são transformação de algumas substâncias em outras. Necessidade de mais de uma substância
G13	Transformação química é o processo químico em que duas substâncias se transformam em novas substâncias e geralmente é irreversível. Necessidade de mais de uma substância
G14	Transformação química: quando determinadas substâncias se transformam em outra. Necessidade de mais de uma substância

Continuação - Quadro 32: Concepções Alternativas apresentadas pelos professores

Professor	Outros usos incorretos da linguagem^a(4)
G7	Os elementos contidos no alimento transformam em açúcar.
Professor	Transformação física como exemplo de transformação química^b(5)
J3	A água, dependendo da temperatura e da pressão a que está inserida, sofre transformações que alteram sua “composição”.
J9	Água com limão como exemplo de transformação química porque há alteração no sabor.
G2	Processo de transformação (química) acontece com a evaporação da água marinha (do mar) e deixando como resultado somente o sal.
G3	Transformação dos gases (da água) em substância líquida H ₂ O.
Professor	Concepção de que exista um reagente principal^b(6)
J2	O suco gástrico atua na quebra das substâncias orgânicas, ingeridas através dos alimentos, transformando-as em pequenas partículas para serem absorvidas pelo organismo.
J4	Evidenciando a importância do oxigênio e da umidade e sua interferência na corrosão.
J6	O oxigênio do ar (umidade) em contato com o ferro provoca a sua oxidação, corrosão e formação de novo material.
J6	Na ferrugem, oxidação do ferro, presença de água causando a transformação da matéria.
J9	O ferro, em contato com o oxigênio do ar atmosférico forma o óxido de ferro III.
Professor	Concepção de Surgimento ou de Desaparecimento^b(7)
G1	Respiração: ocorre mudança na natureza e surge uma nova substância.

A concepção de que existe um reagente principal está muito presente no discurso dos professores, dos livros e na cultura do ensino de Química. É comum, por exemplo, a expressão “o material oxida”, representada por uma equação na qual o material que se oxida é sempre representado em primeiro lugar, com o gás

oxigênio sempre em segundo lugar. Outra expressão muito comum que exemplifica essa concepção é a de que o ácido reage com a base para formar o sal e a água, expressão essa que sempre aparece representada dessa forma pelos professores e nos livros didáticos.

Com o objetivo de estabelecer uma visão geral sobre as concepções alternativas apresentadas pelos professores, organizamos esses dados no quadro 33. Apenas os professores G5, G9 e G11 não apresentaram concepções alternativas em suas respostas e, portanto, não constam no referido quadro.

Quadro 33: Síntese das concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas, apresentadas pelos professores de ciências, participantes da pesquisa.

Professor	Linguagem (L)				Concepção alternativa (Ca)		
	1	2	3	4	5	6	7
J1							
J2							
J3							
J4							
J5							
J6							
J7							
J8							
J9							
G1							
G2							
G3							
G4							
G6							
G7							
G8							
G10							
G12							
G13							
G14							

a.Linguagem(L): 1- Modificação 2 -Transmutação 3 – Necessidade de mais de uma substância; 4- Outros usos incorretos da linguagem.

b.Concepções alternativas(Ca): 5- Surgimento ou desaparecimento; 6- Transformação física como exemplo de transformação química; 7- Reagente principal

Provavelmente, a dificuldade em transitar no nível microscópico, visto que a maioria apresenta uma visão pseudomacroscópica, ou macroscópica de nível 1, já identificada neste trabalho, leve o professor a usar, de forma acrítica, esse tipo de linguagem. Dessa forma, a concepção microscópica não estaria ancorando as concepções dos professores que, utilizando mais facilmente o conceito em um nível macroscópico, não perceberiam essa linguagem como uma concepção alternativa. (AUSUBEL³⁵, 1980 apud MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987).

A presença de concepções alternativas nas respostas dos professores é um fator preocupante na medida em que esses professores trabalham com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, na formação inicial do conceito de transformações químicas.

4.3 O ensino do conceito de transformações químicas

Para os dois grupos de professores participantes desta pesquisa, elaboramos instrumentos com o objetivo de identificar suas práticas ao ensinarem transformações químicas. Consideramos que a tarefa de seqüenciar o conteúdo de ensino pressupõe uma análise desse conteúdo e das dificuldades de aprendizagem, configurando-se como “*uma reflexão prévia para a tomada de decisões.*” (SANCHES BLANCO e VACÁRVEL PEREZ, 2000, p.423), de forma que, nesses instrumentos, pedimos aos professores que a explicitassem:

1. O que consideram como pré-requisitos para ensinar transformações químicas.

Essa questão foi elaborada com o objetivo de conhecer como os professores concebem o ensino do conceito de transformações químicas e, em que momento do curso de 9º ano consideram que seja adequado ensinar esse conceito. Ao analisar as respostas, buscamos identificar:

³⁵ AUSUBEL, David Paul, NOVAK, Joseph e HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

- os aspectos macroscópicas, submicroscópicos e representacionais presentes;
- como seqüenciam o ensino de Ciências para o 9º ano e que posição ocupa, nessa seqüência, o conceito de transformações químicas.

2. *Uma seqüência voltada para o ensino do conceito de transformações químicas.*

Ao analisarmos as respostas a essa questão, buscamos identificar:

- se a seqüência que utilizam parte dos aspectos fenomenológicos, o que é desejável do nosso ponto de vista e do ponto de vista do CBC³⁶ de Minas Gerais;
- se os professores, em suas seqüências, expressam tendência para o modelo didático Tradicional, Tecnológico, Espontaneísta ou Alternativo.

3. *Que estratégias declaram utilizar para ensinar, buscando relacioná-las aos modelos didáticos Tradicional, Tecnológico, Espontaneísta e Alternativo.*

4.3.1 O que os professores de ciências consideram como pré-requisitos para ensinar o conceito de transformações químicas.

As respostas dos professores foram analisadas tendo como pressupostos os níveis propostos por Johnstone (2000) para a Química, ou seja, macroscópico, submicroscópico e representacional. Para melhor compreendermos as respostas dos professores, organizamos os dados no quadro 34. Na última linha desse quadro

³⁶ Currículo Básico Comum de Minas Gerais (MARTINS *et al.*, 2008)

foram organizados aspectos conceituais que não puderam ser classificados em quaisquer dos três níveis.

Comparamos as respostas dos professores em relação à diversidade de aspectos conceituais citados e ao número de citações. Os professores apresentaram uma maior diversidade de aspectos conceituais relacionados ao nível macroscópico do que ao nível submicroscópico e ao representacional, porém o maior número de citações foi relacionado aos aspectos submicroscópicos e representacionais do que aos aspectos macroscópicos.

Quadro 34: O que os professores de Ciências consideram como pré-requisitos para ensinarem o conceito de transformações químicas.

Níveis	Aspectos	Professores que citaram
Aspectos macroscópicos	Mistura	J1, J9, G10, G14
	Fenômenos físicos e químicos	J5, G1, G6, G13
	Substâncias	J9, G6, G10, G13, G14
	Matéria, corpo e objeto	G1, G3, G10
	Propriedades da matéria	G1, G3, G12
	Transformações do ambiente (ferrugem)	G3
	A vida dos seres vivos	G7, G9
	Fotossíntese	G7
	Combinação	G10
Aspectos submicroscópicos	Ligações químicas	J1, J5, J8, G2, G4, G5, G6, G8, G10, G11, G12, G13, G14
	Átomos	J1, J2, J5, J8, J9, G2, G4, G5, G7, G8, G11, G12, G14
	Elementos químicos	J2, J5, G7
	Íons	J5, J8
	Moléculas	J8, J9
Aspectos representacionais	Funções químicas inorgânicas	J2, J8, G2, G3, G4, G5, G8, G10, G11, G13
	Tabela periódica	J5, G1, G2, G3, G4, G5, G6, G8, G10, G11, G13, G14
	Equações químicas	G6, G10, G13, G14
	Balanceamento	G6, G10, G13, G14
Outros	Conceitos gerais da química	G2, G4, G5, G8, G11
	Transformações dos materiais	G3
	Interdisciplinaridade com a matemática	G13

Esses resultados parecem sinalizar que os professores apresentam uma tendência a abordar as transformações químicas a partir de aspectos que envolvem

o raciocínio abstrato dos estudantes, em detrimento de aspectos concretos, macroscópicos.

Na análise dos pré-requisitos verificamos que 56% dos professores consideraram conceitos envolvendo o estudo dos átomos e das ligações químicas, ou seja, aspectos no nível submicroscópico; 52% consideraram os aspectos representacionais da Tabela Periódica e 43% as Funções Químicas e equações químicas, que foram considerados aspectos conceituais tratados no nível representacional. Dentre os aspectos macroscópicos, aquele de maior destaque como pré-requisito foi o conceito de substância, com citação de 22% dos professores.

A hipótese que emerge é a de que grande parte dos professores não abre mão da seqüência tradicionalmente aceita para se iniciar o estudo da Química, isto é, primeiramente os modelos de átomo e de ligação, e depois as ditas funções inorgânicas. Expressam, dessa maneira, uma visão contrária aos pressupostos do CBC (MARTINS et al., 2008), que propugna que o ensino de Ciências seja construído a partir dos aspectos fenomenológicos.

4.3.2 Como os professores de ciências seqüenciam o ensino do conceito de transformações químicas.

Como forma de identificar a prática dos professores, pedimos que eles apontassem as seqüências que utilizam para ensinar o conceito de transformações químicas. Ressaltamos que, para identificar a prática do professor, não realizamos entrevistas ou assistimos a suas aulas, de forma que, para analisar, interpretamos suas respostas à luz dos referenciais da pesquisa e, a partir dessas respostas, elaboramos as categorias de análise. De acordo com a descrição que fizemos no capítulo da Metodologia (p. 69), os professores do grupo J foram questionados sobre o ensino de transformações químicas no 3º instrumento (apêndice 5, p. 190) e no 4º instrumento (apêndice 6, p. 191) , enquanto os professores do grupo G foram questionados no 3º instrumento (apêndice 12, p. 209).

A. Professores do grupo J - Seqüências de ensino

Analizando as respostas dos professores do grupo J ao 3º instrumento (quadro 35), verificamos que apenas os professores J5, J6 e J7 relacionaram os conteúdos com foco no conceito de transformações químicas, apesar de não terem elaborado seqüências que nos permitam perceber como promovem o ensino desse conceito com seus estudantes. Os demais professores aparentemente apresentaram o que consideram ser a proposta de ensino para o 9º ano do Ensino Fundamental.

Quadro 35– Resposta à questão: Liste os conceitos que você aborda ao ensinar Transformações Químicas. Professores do grupo J – 3º instrumento (vide Apêndice 5, p.190)

Professor	Conceitos que declara abordar ao ensinar Transformações Químicas
J1	A química no dia a dia; A química no uso doméstico; na medicina; na indústria, nos alimentos; átomos; moléculas.
J2	O que é átomo? O que são moléculas? Funções Químicas; Ligações químicas; Fotossíntese; Respiração; Fermentação; Fisiologia (digestão); Combustão
J3	Matéria e suas propriedades; Os fenômenos (características e conceitos); Reagentes e produtos; Moléculas
J4	Cinética química; Termoquímica; Cálculos; Ligações químicas; Fenômenos; Constituição: átomos e moléculas. Leis ponderais
J5	Aparecimento de evidências como: mudança de aparência; formação de nova substância; possibilidade de ser irreversível.
J6	O que são? Como acontecem? Onde ocorrem? A importância no nosso dia a dia; A evolução no decorrer do tempo sobre o que são e não são transformações químicas; Por quê? Qual a necessidade de ocorrência das mesmas; Da interação com a vida.
J7	O que você sabe sobre Transformações Químicas? O que acha ser? O que comemos? Vai transformar em que? Determinado objeto veio de onde? Foi ou não transformado?
J8	Propriedades da matéria; Modelos atômicos.
J9	Misturas; Tipos de separação de misturas; Átomos; Substâncias; Moléculas

Os professores J1, J4, J8 e J9 trazem listas diferentes de conteúdos sem compor uma seqüência de ensino, fazendo parecer que eles apenas listaram conteúdos que recordavam ou que estão presentes no livro didático, sem se preocuparem em propor uma seqüência lógica ou em relacionar ao conceito de transformação química.

Os professores J2 e J3 elaboraram uma lista tradicional de conceitos, como aquelas presentes na maioria dos livros didáticos para o ensino de Ciências do 9º

ano. A seqüência proposta pelo professor J2, apresentando as funções químicas antes das transformações pode indicar sua tendência em ensinar transformações químicas a partir de aspectos representacionais; o professor J9 indica ensinar a partir de aspectos submicroscópicos, enquanto o professor J3 sinaliza, em sua resposta, partir de aspectos macroscópicos.

Quando analisamos essas respostas e percebemos que a maioria dos professores não destacou conteúdos relacionados ao ensino do conceito de transformações químicas, reelaboramos a questão, como forma de tentar chegar aos resultados que buscávamos e aplicamos o 4º instrumento, no módulo seguinte do curso, após explicar a eles o objetivo da questão (quadro 36).

Quadro 36 – Respostas à questão: Construa um plano de ensino, para ensinar Transformações Químicas, descrevendo o que você considera importante ensinar. Professores do grupo J – 4º instrumento (vide Apêndice 6, p.191)

Professor	Plano para ensinar Transformações Químicas
J1	Mistura, ligação iônica e covalente e modelos atômicos
J2	O estudo dos átomos, Os elementos químicos, Ligações e reações químicas Funções químicas.
J3	Não respondeu
J4	Não respondeu
J5	Fenômenos físicos e químicos; Modelos atômicos; Propriedades dos elementos na TP; Ligações Químicas; Transformações Químicas
J6	O que é TQ?; Reagentes e produtos; Índice e coeficiente; Substâncias simples e compostas; Átomos e moléculas; Mol; M.A e M.M; Tipos de reações e ligações
J7	Modelos atômicos; Átomo, molécula, íon; Ligação Iônica e ligação covalente; Funções Inorgânicas; Transformações químicas
J8	Teorias atômicas: partículas, átomos...; ligações químicas; estequiometria, balanceamento.
J9	Mudanças de estado físico; Solubilidade; Equilíbrio Químico; Mistura; Tipos de Mistura; A química dentro do nosso organismo (estudando os sistemas que formam o nosso organismo).

Novamente os professores responderam apresentando um plano para o ensino de Ciências no 9º ano e não para o ensino do conceito de transformações químicas, que esperávamos. Chama a atenção o fato de que mesmo os professores J5, J6 e J7 que, no instrumento anterior, destacaram conteúdos em relação ao ensino do conceito de transformações químicas, nesse instrumento listaram em relação ao ensino de Ciências, de uma forma geral.

A persistência desse grupo de professores em não apresentar uma seqüência voltada para aspectos gerais do ensino de Química para o 9º ano do ensino Fundamental, sugere que eles não consideram a importância que o conceito de transformações químicas apresenta para a formação do pensamento químico.

B. Professores do grupo G - Seqüências de ensino

Diante dos problemas que identificamos nas respostas dos professores do grupo J, optamos por modificar totalmente a questão, reelaborando-a para ser aplicada junto aos professores do grupo G (apêndice 12, p. 200). Além disso, durante o momento da aplicação do instrumento, a pesquisadora buscou deixar mais claros os objetivos da questão, salientando para os professores a necessidade de que explicitassem os conteúdos para o ensino do conceito de transformações químicas.

Ao analisarmos as respostas (apêndice 13, p.201), percebemos que os professores G1, G7 e G12 elaboraram uma seqüência para o ensino de Ciências, de forma semelhante ao que fizeram os professores do grupo J, não focalizando especificamente o conceito de transformações químicas, objeto da questão.

Os demais professores destacaram conteúdos em relação ao ensino do conceito de transformações químicas. Observamos que vários desses professores apresentaram respostas muito semelhantes, de forma que, para facilitar nossa leitura e interpretação, reunimos as idéias semelhantes dos diferentes professores, organizando-as no quadro 37.

Com exceção do professor G10, que elaborou uma seqüência voltada unicamente para os aspectos representacionais, todos os demais professores iniciam suas seqüências por aspectos macroscópicos do conceito de transformações químicas, com experimentação, a busca de exemplos do cotidiano e a distinção entre transformação química e física para, a seguir, promoverem a representação por meio de equações das transformações ocorridas.

Quadro 37 – Sequências de ensino para Transformações Químicas, apresentado pelos professores do grupo G

Professor	Plano para ensinar Transformações Químicas
G2, G4, G5, G8 e G11	Debate do conhecimento prévio (exemplificar transformações no dia a dia); Exemplos das transformações cotidianas; Experimentos; Análise e descrição das evidências; Montagem das equações das reações ocorridas.
G3	Conceito de transformação química; Estados físicos dos materiais; Alterações químicas; Os fenômenos que interferem nas transformações.
G6, G13 e G14	Definir fenômeno químico; Identificar reagentes e produtos e suas funções químicas. Equilíbrio químico (O equilíbrio das reações)
G9	Fenômeno químico e físico; O cotidiano dos seres vivos; Observação dos espaços existentes na escola e os seres vivos.
G10	Classificar reações químicas; Equilíbrio de reações; Transformação química.

Organizamos as declarações dos professores sobre o que ensinam no Quadro 38, para analisar a amplitude conceitual do que declaram ensinar.

Quadro 38: Amplitude em relação ao conceito de Transformações Químicas que os professores declaram ensinar.

Aspectos conceituais		Professores
Macroscópicos	Exemplos das transformações cotidianas	G2, G8
	Evidências	G2, G4, G5, G8, G11
	Fenômenos	G3, G6, G7, G9, G13, G14
	Reagentes e produtos	G6, G13, G14
Submicroscópicos		
Representacionais	Equações químicas	G2, G4, G5, G8, G11
	Equilíbrio (balanceamento)	G6, G10, G13, G14
	Classificação das reações químicas	G10
Outros	Debate do conhecimento prévio	G2, G4, G5, G11
	Estados físicos dos materiais	G3
	Funções químicas	G6, G13, G14
	Experimento	G2, G4, G5, G8, G11

Diferentemente do conceito e da representação, essas idéias foram organizadas apenas em função dos níveis macroscópico, submicroscópico e representacional de Johnstone (2000), porque, ao analisarmos as respostas dos professores, percebemos não ser possível organizá-las em termos do estado inicial, do processo e do estado final, como fizemos para o conceito e para a representação. Também, como Martín del Pozo (2001), acrescentamos outros aspectos conceituais que também aparecem nas respostas dos professores, tais como teorias e leis, aspectos de ensino, aspectos práticos, aspectos relacionados à contextualização do conceito e outros conceitos.

Observamos que, em suas seqüências, os professores não mencionam aspectos importantes da formação do conceito de transformações químicas, tais como:

- aspectos submicroscópicos, como o rompimento das ligações químicas e o rearranjo de átomos, não indicando promover a construção de modelos explicativos a partir dos aspectos macroscópicos das transformações químicas;
- a construção da concepção de que a massa é conservada nas transformações químicas;
- a concepção de que há energia envolvida nas transformações químicas.

Comparando as visões dos professores em relação ao conceito de transformações químicas apontadas no presente trabalho, com as práticas externadas por esses professores, observamos que a maioria dele apresentou, em relação aos aspectos macroscópico e representacional, visões e práticas que podem ser classificadas no nível 1, o que significa que citaram apenas um aspecto macroscópico e um aspecto representacional tanto na visão, como na prática. Observamos, também, a ausência de aspectos submicroscópicos tanto nas visões como nas seqüências declaradas pelos professores. Por outro lado, esses mesmos professores consideram como pré-requisitos para ensinar transformações químicas mais aspectos submicroscópicos e representacionais do que aspectos macroscópicos.

4.3.3 Como os Livros Didáticos de Ciências para o 9º ano adotados pelos professores, abordam o conceito de transformações químicas.

Procurando compreender os resultados apresentados, buscamos identificar como o conceito de transformações químicas é abordado em livros de 9º ano que os professores mencionaram, informalmente, utilizar e que foram aprovados pelo PNLD/ 2008 ou pelo PNLD/ 2011. Consideramos as duas listas do PNLD porque os

professores do grupo J participaram do curso em 2010 enquanto os professores do grupo G participaram da oficina em 2012. Os livros que analisamos estão apresentados no Quadro 39.

Ao analisarmos os livros buscamos identificar:

- quais são as características gerais do livro em relação ao conceito de transformações químicas (Quadro 40);
- qual é a seqüência didática presente no livro, em relação à posição do ensino do conceito de transformações químicas (Quadro 41);
- quais são os aspectos conceituais presentes nos livros didáticos de Ciências citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011, quando apresentam conceito de transformações químicas.

Quadro 39: Livros Didáticos de Ciências para o 9º ano citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011

Livro	Autor(es)	Título	Editora	Ano de Publicação
1	Barros; Paulino	Ciências: física e química	Ática	2011
2	Favalli; Pessoa; Angelo	Projeto Radix: ciências	Scipione	2011
3	Gewandszajder	Ciências: matéria e energia	Ática	2008
4	Trivellato <i>et al.</i>	Ciências, natureza e cotidiano	FTD	2008

Quadro 40: Características gerais dos livros didáticos de Ciências citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011

Características gerais do livro em relação ao conceito de transformações químicas	Livro			
	1	2	3	4
Número de páginas dedicadas ao Ensino de Química	96	109	126	100
Número de páginas dedicadas ao conceito de transformações químicas	9	17	18	14
Conteúdo de Química é iniciado por:				
• Materiais – matéria e energia	X	X	X	X
• Substâncias				X
• Transformações químicas				
• Estrutura atômica		X		
Apresenta um capítulo destinado ao ensino do conceito de transformações químicas	X	X	X	X
O capítulo destinado ao conceito de transformações químicas está localizado				
• No início das páginas do livro destinadas ao ensino de Química				
• Após os conceitos de substâncias e misturas				
• Ao final das páginas do livro destinadas ao ensino de Química, ou seja, após os conceitos de substâncias, misturas, átomos, elementos químicos e ligações químicas.	X	X	X	X

Chama a nossa atenção o pequeno número de páginas destinadas ao tratamento do tema transformações químicas, o que pode indicar uma consideração de que esse conceito seja pouco importante em relação a outros conceitos químicos. Corrobora essa hipótese o fato de todos os livros analisados tratarem transformações químicas ao final das páginas destinadas ao ensino de Química, desconsiderando o aspecto articulador desse conceito para a formação dos demais conceitos químicos.

As seqüências utilizadas para o ensino de Química nos livros didáticos de Ciências analisados foram identificadas a partir dos índices dos respectivos livros e estão apresentadas no Quadro 41 em ordem crescente dos capítulos, sem a numeração dos mesmos.

Quadro 41: Seqüências para o ensino de Química nos livros didáticos de Ciências analisados

Livro	Seqüência proposta para o ensino de Ciências/ Química para o 9º ano
1	Matéria e Energia – Estados físicos – O átomo – Tabela Periódica – Ligações Químicas – Substâncias e Misturas – Funções Químicas – Reações Químicas
2	Matéria e Energia – Os estados físicos da matéria – Substâncias puras e misturas – Átomos – elementos químicos – Tabela periódica – Ligações químicas – Reações químicas e funções químicas
3	Matéria e propriedades – O átomo – Elementos Químicos – Tabela Periódica – Ligações Químicas – Substâncias e misturas – Funções Químicas – Reações Químicas
4	Propriedades gerais e específicas dos materiais – Criando modelos (modelos para o átomo) – Tipos de ligações químicas – Materiais obtidos por separação de misturas – Transformações químicas na obtenção dos materiais – Energia elétrica: geração e transformação

As seqüências de todos os livros analisados se iniciam por aspectos gerais macroscópicos, das propriedades da matéria para, logo a seguir, apresentar os aspectos submicroscópicos da estrutura atômica. Em todos os livros o conceito de transformações químicas só é apresentado após os conceitos de átomo e das ligações químicas, o que pode ser um indicativo de que sejam esses os aspectos conceituais considerados quando transformações químicas é apresentado.

Para analisar que aspectos conceituais estão presentes quando o livro apresenta o conceito de transformações químicas, analisamos cada um deles (JOHNSTONE,2000). Dentre os quatro livros analisados, dois iniciam a apresentação do conceito de transformações químicas por aspectos macroscópicos

e dois por aspectos representacionais, sendo que aqueles que iniciaram por aspectos macroscópicos foram também aqueles que apresentaram mais aspectos desse tipo nas páginas destinadas ao conceito de transformações químicas (Quadro 42).

Quadro 42: Aspectos conceituais presentes nos livros didáticos de Ciências citados pelos professores e aprovados pelo PNLD/2008 e pelo PNLD/2011 quando apresenta o conceito de transformações químicas.

Aspectos conceituais		Livro			
		1	2	3	4
Aspectos macroscópicos	Aspectos macroscópicos das evidências iniciam o capítulo		X		X
	Aspectos macroscópicos com maior destaque no capítulo				
	Distinção entre transformação física e química a partir de evidências				
	• Presentes apenas no texto				
	• Presentes apenas em figuras, ao lado do texto	X		X	
	• Presentes no texto, com a descrição de experimentos e com figuras.		X		X
	Distinção macroscópica entre reagentes e produtos		X		X
	Concepção de que há formação de nova substância		X	X	X
	Concepção de que há conservação de massa	X	X	X	X
	Concepção de que há energia térmica envolvida		X	X	X
	Concepção de que há energia elétrica envolvida				X
	Concepção da velocidade envolvida nas transformações químicas	X	X	X	X
Aspectos submicroscópicos	Aspectos submicroscópicos iniciam o capítulo				
	Aspectos submicroscópicos apresentados com maior destaque				
	Concepção de que na transformação química ocorre rearranjo de átomos		X	X	X
	Relação entre o rearranjo de átomos e a conservação de átomos				X
	Relação entre o rearranjo de átomos e a conservação de massa				X
Aspectos representacionais	Aspectos representacionais iniciam o capítulo	X		X	
	Aspectos representacionais apresentados com maior destaque	X	X	X	
	Distinção representacional entre reagentes e produtos	X	X	X	X
	Balanceamento relacionado com a representação da equação química	X	X	X	X
	Balanceamento relacionado com a conservação de átomos nas transformações químicas.		X	X	X
	Classificação das reações químicas em síntese, análise, deslocamento, simples troca e dupla troca.	X	X	X	

Chama a atenção o fato de que apenas o livro 4 deixou clara a relação entre o rearranjo de átomos e a conservação de átomos e também em relação à

conservação de massa. Outro dado importante é a supremacia dos aspectos representacionais das transformações químicas, em relação aos outros aspectos, que é verificada em todos os livros analisados, inclusive aqueles que iniciaram o ensino a partir de aspectos macroscópicos.

O livro 4 foi aquele que apresentou um maior equilíbrio entre os três aspectos conceituais, o que é considerado, por nós, desejável para que auxilie o professor no processo de construção desse conceito com seus estudantes. Por outro lado, consideramos que o livro 1, que priorizou apenas os aspectos representacionais, reproduz a idéia de transformação química apenas como uma equação química, insuficiente para a formação desse conceito.

Podemos conjecturar que o fato do professor não tratar dos aspectos submicroscópicos de transformações químicas possa estar relacionado à ausência desses aspectos em três dos quatro livros que analisamos e que a maioria dos professores declarou utilizar. Por outro lado, na formação dos professores, os livros de Química Geral abordam o conceito de transformações químicas. Essas considerações sugerem que o livro didático seja, senão a única, a mais importante fonte de informação que o professor utiliza.

Os resultados reforçam a idéia de que o professor apenas siga uma seqüência do livro ao ensinar Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental, sem refletir sobre a importância da construção dos conceitos e que o conceito de transformações químicas não seja considerado, pelo professor, como um conceito importante na formação dos demais conceitos, até porque aparece por último nos livros didáticos.

Outro dado que chama atenção é a semelhança entre o discurso do professor em relação aos pré-requisitos com uma seqüência tradicional e a dos livros didáticos enquanto aqueles que listam o que ensinam sobre transformações químicas trazem um discurso mais próximo das concepções construtivistas.

4.3.4 Que estratégias os professores de ciências declaram utilizar para ensinar o conceito de transformações químicas.

Os professores do grupo J, no 4º instrumento, e os professores do grupo G, no 3º instrumento da pesquisa, declararam as estratégias que utilizam quando se propõem a ensinar o conceito de transformações químicas. Os dados estão organizados no Quadro 43.

Quadro 43. Estratégias de abordagem citadas pelos professores de Ciências para ensinar transformações químicas.

Professor	Estratégias de abordagem
J1	Material próprio, improvisado no dia. Buscando primeiro uma reflexão com os alunos sobre o assunto. Fazer intervenções deixando os alunos opinarem sobre a aula e a prática
J2	Procuro dar fundamento teórico, abordando o tema e, quando possível realizar um experimento prático que comprove a teoria; Relaciono os exemplos teóricos às situações do cotidiano. Procuro orientar que meus alunos realizem atividades experimentais em casa, comprovando o que foi lido em livros e dito em sala); Promovo diálogos e discussões a respeito dos temas.
J3	Para facilitar a compreensão procuro sempre contextualizar o conteúdo, para isso levo para a sala de aula materiais que os alunos convivem no dia-a-dia, para que possam perceber como a Química está presente a todo o tempo em sua vida
J4	Levantar as situações cotidianas do aluno mostrando assim exemplos práticos; Evidenciar situações de transformações químicas (por experimentos).
J5	Utilizar textos, esquemas, atividades práticas que evidenciam os modelos moleculares e atividades de fixação. Pediria aos alunos que observassem acontecimentos e seu dia-a-dia.
J6	Fazer questionamentos para que o próprio aluno exponha suas idéias e formule seus próprios conceitos; Anotar as idéias dos alunos; Trabalhar os conceitos; Exemplos do livro e do nosso dia-a-dia, do aluno; Exercícios; correção de exercícios; corrigir as dificuldades (quando há tempo).
J7	Sondagem: onde ocorre, dando exemplo; Olhando a nossa volta o que há de transformação; Levar o aluno a pensar no ocorrido no seu dia-a-dia, em casa, na rua, no trabalho. O que há e o que transformou em algo; Através da sondagem passaria para o conceito.
J8	Aulas “visuais” com exemplos visuais; Utilização de indicadores. (INDEFINIDO)
J9	Aula dialogada; Laboratório (aulas práticas); Leituras em livros didáticos; Pesquisa feita com os alunos; Aulas expositivas; Relatório elaborado pelos alunos; Atividades avaliativas.
G1	Abordo com vídeo do youtube, com análise de fenômenos do cotidiano.
G2	Através de vídeo e texto sobre a ocorrência de transformações. E os experimentos.
G3	Debates, experimentos, anotações, vídeos e análise de resultados.

G4	Auxílio de textos, vídeos, debates e discussões.
G5	Auxílio de textos, debates e vídeos.
G6	A partir dos conceitos prévios do aluno, vou trabalhando com vídeos, experimento, pesquisa e atividade do livro didático.
G7	Levar o aluno a falar, citar os acontecimentos na natureza e pensar em nosso viver diário: dormir, acordar, lanchar, ir ao banheiro, namorar. Fazer experimentos simples.
G8	Através de discussão e estudo de texto sobre transformações químicas; Experimentos; Vídeos.
G9	Início sempre com um experimento e vou avançando na discussão, naquele momento de acordo com o desenvolvimento da turma.
G10	A partir de conceitos prévios dos alunos, Experimentos em sala, Observação dos fenômenos que ocorrem na natureza.
G11	Textos informativos, Vídeos de experimentos.
G12	Trabalho com os exemplos no quadro; Tipos de ligações (explicar); Diversos tipos de exercícios; Faço algumas experiências, quando acho oportuno.
G13	A partir dos conceitos prévios; atividades tradicionais para avaliar o aprendizado e demonstração de um experimento para evidenciar o fenômeno.
G14	Partir do conceito prévio do aluno e ir desenvolvendo esse conhecimento com a ajuda do livro didático; pesquisas; atividades tradicionais e experiências.

Vamos analisar as estratégias citadas, à luz dos dados e tendo como referência os aspectos destacados na literatura (GARCIA PEREZ, 2000; GARCIA e PORLÁN, 1997; GONZALEZ e ESCARTÍN, 1996), em relação às dimensões *Contribuição do estudante* e *Metodologia de ensino*. Os critérios para a análise estão organizados no Quadro 44.

Quadro 44 – Características de cada modelo didático

Modelo didático	Contribuição do estudante		Metodologia do professor		
	Idéias	Atribuições	Ação	Tipo de Atividades	Experimento
Tradicional T	Não valoriza	Reproduz conhecimento	Expor e Cumprir o programa	Expositivas Livro texto Revisão	Para comprovar a teoria
Tecnológico C	Não valoriza	Realiza atividades programadas	Expor e dirigir Facilitar	Seqüências Descoberta dirigida	Estruturado
Espontaneísta E	Não valoriza	Protagonista, realiza atividades	Líder social e afetivo Improvisar	Múltiplas Caráter flexível Abertas Contextualizadas	Improvisado, para solucionar dúvidas
Alternativo - A	Valoriza	Construtor e reconstrutor do conhecimento	Coordenar Investigar a aula	Problemas de investigação	Investigativo

No Quadro 45, a contribuição do estudante foi caracterizada e analisada em função da valorização ou não de suas idéias e atribuições. A metodologia foi caracterizada e analisada em função do propósito do professor, do tipo de atividades que ele propõe e das características que declara para as atividades experimentais propostas. As estratégias citadas pelos professores J8, G1, G2, G3, G4, G5, G8 e G11 não apresentaram dados suficientes para as análises .

Quadro 45 – Análise das estratégias de ensino a partir das características de cada modelo didático³⁷

Professor	Contribuição do estudante		Metodologia do professor		
	Idéias	Atribuições	Ação	Tipo de Atividades	Experimento
J1	A	E	A	E	Não cita
J2	Não cita	C	T/C	E	T
J3	Não cita	C	C	E	Não cita
J4	Não cita	C	C	E	A
J5	Não Valoriza	C	C	C	Não cita
J6	A	E	A	E	Não cita
J7	A	C	C	C	Não cita
J9	A	C	C	C	C
G6	A	C	A	E	A
G7	A	E	A	Não cita	E
G9	A	Não cita	A	E	A
G10	A	Não cita	Não cita	E	Não cita
G12	Não Valoriza	T	T	T	T
G13	A	T	C/T	T	T
G14	A	C	C	T	T

Dentre os professores que declararam levar em conta as idéias dos estudantes (10 professores), 5 não consideraram o protagonismo do estudante e 4 utilizam estratégias e preparam atividades tradicionais , fazendo crer que esses professores, apesar de afirmarem optar por aulas nas quais os estudantes possam expressar suas idéias, não as consideram no planejamento ou replanejamento de suas ações em sala de aula, o que seria de se esperar quando o professor assume

³⁷ Modelos didáticos: A – alternativo; E – espontaneísta; C – tecnológica e T - tradicional

o ensino como construção do conhecimento. Dessa forma, os professores alternam práticas características de modelos representativos do paradigma tradicional do ensino (tradicional e tecnológico), com práticas características de modelos representativos do paradigma construtivista (espontaneísta e alternativo) nas duas dimensões analisadas.

Essa contradição foi também encontrada quando os professores responderam às questões propostas para identificar o modelo didático e confirmam o alto grau de hibridismo e a baixa coerência em relação às propostas construtivistas, já destacadas neste trabalho.

Consideramos que a incoerência nas estratégias do professor dê a ele a falsa impressão de que esteja trabalhando de forma construtivista ao permitir a fala do estudante, sendo provável que esse professor não perceba a incoerência de suas metodologias, em relação aos pressupostos atinentes a esse modelo didático.

4.4 A relação entre os três eixos da pesquisa

Com o objetivo de melhor compreender a relação entre o modelo didático do professor, sua concepção de transformações químicas e suas visões e práticas quanto ao ensino desse conceito, inicialmente organizamos os dados de cada professor em relação aos três eixos, como forma de construir um perfil de cada professor (Quadro 46) para, a seguir, buscar tendências para essa relação .

4.4.1 O perfil de cada professor

A análise do quadro 46 sugere que os professores apresentam incoerências entre o discurso e a prática declarada. O conceito que a maioria oferece é restrito a alguns aspectos conceituais, a maioria em um nível macroscópico ou não se encaixam em nenhum dos níveis, sendo classificado como pseudomacroscópico.

Quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor J1 - Ciências da natureza e matemática, 2004, especialista em meio ambiente	
Modelo didático	MDI; com hibridismo 4,0 e grau de coerência 0,0. Ao declarar suas estratégias o modelo didático dominante é espontaneísta para a contribuição do estudante e para a metodologia de ensino.
Conceito	Sua Visão mais ampla do conceito de transformações químicas foi classificada como VM1. Apresentou uma linguagem que expressa a concepção de modificação. Sua amplitude conceitual ficou restrita ao processo.
Prática	O professor não justificou a importância do ensino de transformações químicas, considerou os conceitos de mistura, ligações químicas e átomos como pré-requisitos para esse conceito. Declarou ensinar átomos e utilidade do dia a dia.
Professor J2 - Ciências biológicas, 2003, especialista em ciências biológicas, saúde pública e meio ambiente	
Modelo didático	MDE2; com hibridismo 2,8 e grau de coerência 1,6. Sua estratégia de abordagem foi classificada como tecnológico para a contribuição do estudante e como tradicional/espontaneísta para a metodologia de ensino
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas foi classificada como VPSM e VM2. Apresentou linguagem que expressa a concepção de modificação e reagente principal e amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	O professor considerou que transformações químicas estão presentes no cotidiano, nos seres vivos e facilitam a compreensão do ambiente. Como pré-requisitos, citou os conceitos de átomos, ligações químicas, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química. Declarou ensinar átomos, ligações químicas, e funções químicas.
Professor J3 - Ciências biológicas, 2003, especialista em educação ambiental e desenvolvimento sustentável – mestrado em educação.	
Modelo didático	MDI; com hibridismo 3,6 e Grau de coerência 0,8 Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas foi VM1. Considerou que a importância do ensino de transformações químicas se deve ao fato dessas transformações estarem presentes no cotidiano, nos seres vivos e facilitarem a compreensão do ambiente. Não apresentou concepção alternativa ou desvio de linguagem. A amplitude para o conceito e para a representação ficou restrita ao processo, com as expressões modificação e fenômeno.
Prática	O professor não destacou pré-requisitos ao ensino do conceito de transformações químicas., e declara ensinar os conceitos de matéria e suas propriedades, fenômenos, reagentes e produtos
Professor J4 - Ciências da natureza e matemática, 2004 / Especialização em ciências biológicas	
Modelo didático	MDI; com hibridismo 3,8 e grau de coerência -0,4 Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas foi classificada como VM1 e VSM2. Apresentou as concepções de modificação e reagente principal. A amplitude conceitual restringiu-se ao estado inicial e ao processo.
Prática	Considerou importante o ensino desse conceito porque transformações químicas estão presentes no cotidiano, nos seres vivos e facilitam a compreensão do ambiente. O professor não destacou pré-requisitos ao ensino do conceito de transformações químicas. Declarou ensinar os conceitos de matéria e suas propriedades, fenômenos, reagentes e produtos.

Continuação do quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor J5 - Matemática e Física, 2001 / Especialização em Ciências Biológicas	
Modelo didático	MDE1; hibridismo 3,0 e grau de coerência 1,2 Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VSM2. Em sua linguagem está presente a concepção de transmutação. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera importante o ensino desse conceito para despertar a curiosidade para os fenômenos que nos rodeiam. Como pré-requisitos, cita fenômenos físicos e químicos, átomos, elementos químicos, ligações químicas, íons e tabela periódica. Declara ensinar os conceitos de formação de nova substância, evidências e irreversibilidade.
Professor J6 - Ciências da Natureza e Matemática, 2004 / Especialização em Educação Ambiental e Sanitária	
Modelo didático	MDI; com Hibridismo 3,2 e grau de coerência 0,8. Sua estratégia de abordagem está de acordo com os modelos didáticos: tradicional e tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VSM2. Apresenta a concepção de que existe um reagente principal e amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Não declara a importância do ensino e não apresentou os pré-requisitos para o ensino. Declara ensinar a diferença entre fenômeno físico e químico e de reagentes e produtos e também o equilíbrio químico (entendido como balanceamento).
Professor J7 - Ciências da Natureza e Matemática, 2004 / Especialização em Educação Ambiental e Sanitária	
Modelo didático	MDI; com Hibridismo 3,6 e grau de coerência 1,2. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VSM2. Em sua linguagem está presente a concepção de transmutação. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Não declara a importância do ensino e não apresentou os pré-requisitos para o ensino. Declara ensinar matéria e suas propriedades e a diferença entre fenômeno físico e químico.
Professor J8 - Ciências da Natureza e Matemática, 2004	
Modelo didático	MDE2; hibridismo 2,6 e grau de coerência 1,6. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2, VSM1 e VR2. Em sua linguagem está presente a concepção de transmutação. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera importante o ensino desse conceito pela relação com outros conteúdos como átomo, elemento químico, tabela periódica, ligações químicas e funções químicas, que antecedem o conteúdo de transformações químicas. Como pré-requisitos, cita ligações químicas, átomos, íons, moléculas, funções químicas inorgânicas. Declara ensinar matéria e suas propriedades e átomo.

Continuação do quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor J9 - Ciências Biológicas, 2003	
Modelo didático	MDE1; hibridismo 3,2 e grau de coerência 1,6. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tradicional e com o tecnológico
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2 e VSM2. Em sua linguagem está presente a concepção de modificação. Também está presente a concepção de reagente principal e a confusão entre transformação química e física. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	considera importante o ensino desse conceito porque transformações químicas estão presentes no cotidiano, nos seres vivos e facilitam a compreensão do ambiente. Como pré-requisitos, cita mistura, substâncias, átomos e moléculas. Declara ensinar mistura e separação de mistura, substâncias e átomo.
Professor G1 - Matemática, 1996 / Especialização em Metodologia do ensino de matemática / Especialização em Gestão e Inspeção escolar	
Modelo didático	MDE4; hibridismo 2,0 e grau de coerência 2,4. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1, VSM2 e VPR. Em sua linguagem está presente a concepção de surgimento. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera importante o ensino desse conceito porque transformações químicas estão presentes no cotidiano. Como pré-requisitos, cita fenômeno físico e químico, matéria, corpo, objeto, propriedades da matéria. Declara ensinar mistura e separação de mistura, fenômenos, fenômeno físico e químico, evidências, átomo, ligações químicas, equações químicas, funções químicas, tabela periódica, utilidade no dia a dia.
Professor G2 - Ciências Biológicas, 2006 / Especialização em Educação Ambiental	
Modelo didático	MDI; hibridismo 4,0 e grau de coerência 0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2. Em sua linguagem estão presentes as concepções de modificação e transmutação e também, a confusão entre transformação química e física. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera que o ensino desse conceito é importante porque é uma ponte que liga o conhecimento do estudante ao ensino médio. Como pré-requisitos, cita ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química. Declara ensinar evidências, equações químicas, utilidade no dia a dia e classificação das reações químicas.
Professor G3 - Ciências Biológicas, 2009	
Modelo didático	MDI; hibridismo 4,0 e grau de coerência 0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VPSM. Em sua linguagem está presente a confusão entre transformação química e física. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera que o ensino desse conceito é importante para que os estudantes possam entender fenômenos e situações do dia-a-dia. Como pré-requisitos, cita matéria, corpo, objeto, propriedades da matéria, transformações do ambiente (ferrugem), funções químicas inorgânicas, tabela periódica e transformações dos materiais. Declara ensinar fenômenos e estados físicos.

Continuação do quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor G4 - Enfermagem / Ciências Biológicas	
Modelo didático	MDE2; hibridismo 3,0 e grau de coerência 2,0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VPSM. Em sua linguagem está presente a concepção de modificação. Não apresenta amplitude conceitual.
Prática	Considera importante o ensino desse conceito porque está presente no cotidiano e porque é necessário para os estudos em que o estudante segue.. Como pré-requisitos, cita ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química. Declara ensinar evidências, equações químicas, experimento, cinética química e classificação das reações químicas.
Professor G5 - Ciências Biológicas, 2009	
Modelo didático	MDI; hibridismo 4,0 e grau de coerência 0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VPSM. Em sua linguagem não está presente concepção alternativa. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera que esse conceito é uma ponte que liga o conhecimento do estudante ao ensino médio. Como pré-requisitos, cita ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química.. Declara ensinar evidências, equações químicas, experimento e classificação das reações químicas.
Professor G6 - Ciências Biológicas, 2006 / Especialização em Gestão Educacional	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,8 e grau de coerência 0,4. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1, VPSM e VPR. Em sua linguagem estão presentes expressões que demonstram uso incorreto. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera que esse conceito está presente no cotidiano. Como pré-requisitos, cita fenômeno físico e químico, substâncias, ligações químicas, tabela periódica, equação química e balanceamento. Declara ensinar fenômeno físico e químico, reagentes e produtos e equilíbrio químico.
Professor G7 - Plena em Biologia, 1992/ Especialização em Psicopedagogia	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,8 e grau de coerência 0,4. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1. Em sua linguagem está presente a concepção de desaparecimento e também o uso incorreto. Apresenta amplitude conceitual apenas para o processo.
Prática	Considera que esse conceito está presente no cotidiano. Como pré-requisitos, cita fenômeno físico e químico, substâncias, ligações químicas, tabela periódica, equação química e balanceamento. Declara ensinar matéria e suas propriedades, matéria, corpo, objeto, energia, fenômeno físico e químico.

Continuação do quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor G8 - Ciências Biológicas, 2012	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,8 e grau de coerência 0,8. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2, VPSM E VR1. Em sua linguagem está presente a concepção da necessidade de mais de uma substância. Apresenta amplitude conceitual apenas para o processo.
Prática	Considera que esse conceito está presente no cotidiano, desperta a curiosidade e o interesse para os fenômenos que nos rodeiam. Como pré-requisitos, cita ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química. Declara ensinar matéria e suas propriedades, evidências, átomo, ligações químicas, equações químicas, funções químicas, tabela periódica e classificação das reações químicas.
Professor G9 - Ciências Biológicas, 2012	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,8 e grau de coerência -0,4. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1. Em sua linguagem não está presente concepção alternativa. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera que esse conceito faz parte da nossa vida e assim é importante que o estudante esteja inserido nesse contexto. Como pré-requisitos, a vida dos seres vivos. Declara ensinar fenômeno físico e químico, evidências, equações químicas, utilidade no dia a dia.
Professor G10 - Ciências e Matemática, 1991 / Especialização em Gestão Educacional	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,4 e grau de coerência 1,2. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1 e VR1. Em sua linguagem está presente a concepção da necessidade de mais de uma substância. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Considera importante ensinar esse conceito para que o estudante desenvolva habilidades críticas, analisar e julgar a importância da química no meio ambiente e a preservação do meio ambiente. Como pré-requisitos, cita misturas, substâncias, matéria, corpo, objeto, combinação, ligações químicas, funções químicas inorgânicas, tabela periódica, equação química e balanceamento. Declara ensinar equilíbrio de reação.
Professor G11 - Biologia, 2004	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,4 e grau de coerência 1,2. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2, VPSM e VR1. Em sua linguagem não está presente concepção alternativa. Apresenta amplitude conceitual para o estado inicial, o processo e o estado final.
Prática	Não cita considerar importante ensinar esse conceito. Como pré-requisitos cita ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica e conceitos gerais da química. Declara ensinar evidências, equações químicas, experimento e classificação das reações químicas.

Continuação do quadro 46 – Perfil de cada professor

Professor G12 - Ciências Biológicas, 2007	
Modelo didático	MDI; hibridismo 4,0 e grau de coerência 0,0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tradicional e com o tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM1. Em sua linguagem está presente a concepção da necessidade de mais de uma substância. Apresenta amplitude conceitual apenas para o estado inicial e o processo.
Prática	O professor não cita considerar importante ensinar esse conceito. Como pré-requisitos cita propriedades da matéria, ligações químicas, átomos. Declara ensinar evidências matéria e suas propriedades, átomo.
Professor G13 - Não informou formação	
Modelo didático	MDI; hibridismo 3,8 e grau de coerência 0,8. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2 e VPSM. Em sua linguagem está presente a concepção da necessidade de mais de uma substância. Apresenta amplitude conceitual apenas para o estado inicial o processo e o estado final.
Prática	Não cita considerar importante ensinar esse conceito. Como pré-requisitos cita fenômeno físico e químico, substâncias, ligações químicas, funções químicas inorgânicas, tabela periódica, equação química, balanceamento e interdisciplinaridade com a matemática. Declara ensinar Fenômeno físico e químico, reagentes e produtos e equilíbrio químico.
Professor G14 - Ciências Biológicas, 2012	
Modelo didático	MDI; hibridismo 4,0 e grau de coerência 0,0. Sua estratégia de abordagem está de acordo com o modelo didático tradicional e com o tecnológico.
Conceito	Sua visão mais ampla do conceito de transformações químicas pode ser classificada como VM2, VPSM e VR1. Em sua linguagem está presente a concepção da necessidade de mais de uma substância. Apresenta amplitude conceitual apenas para o estado inicial para o processo e o estado final.
Prática	Considera importante ensinar esse conceito para os estudantes terem contato com as substâncias. Como pré-requisitos cita misturas, substâncias, ligações químicas, átomos, funções químicas inorgânicas, tabela periódica, equação química e balanceamento. Declara ensinar fenômeno físico e químico, reagentes e produtos, ligações químicas, funções químicas, tabela periódica, equilíbrio de reação.

4.4.2 Comparando resultados em busca de tendências

O perfil elaborado para cada um dos professores parece sinalizar que para a maioria deles existe uma inconsistência entre o modelo didático, o conceito e a prática declarados. Buscando encontrar as tendências apresentadas pelos professores para a relação entre o conceito a prática e o modelo didático, utilizamos a ferramenta Excel para comparar os dados (apêndice 16 , p. 204). Três grupos se destacam e são apresentados nas tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9 - Professores com modelos didáticos mais altos, visão de síntese mais complexa e hibridismo mais baixo.³⁸³⁹⁴⁰⁴¹

	Conceito			Prática				Modelo didático				
	Visão do conceito	Visão síntese	Concepção alternativa	Contribuição		Metodologia		Modelo	Hibridismo	Coerência		Média
				Ideia	Atribuição	Ação	Atividade			Contribuição	Metodologia	
J2	1	23	LCa7	0	C	T	E	Mde2	2,8	0	4	1,6
J5	0	15	L	T	C	C	C	Mde1	3,0	2	0	1,2
J8	1	248	L	0	C	0	0	Mde2	2,6	2	0	1,6
G1	0	156	Ca5	0	0	0	0	Mde4	2,0	4	4	2,4
G4	0	13	L	0	0	0	0	Mde2	3,0	4	0	2,0

Tabela 10 – Professores com práticas alternativas, baixa visão síntese e visão pseudomacroscópica do conceito.³⁸³⁹⁴⁰⁴¹

	Conceito			Prática				Modelo didático				
	Visão do conceito	Visão síntese	Concepção alternativa	Contribuição		Metodologia		Modelo	Hibridismo	Coerência		Média
				Ideia	Atribuição	Ação	Atividade			Contribuição	Metodologia	
J1	0	1	L	A	E	A	E	MDI	4,0	0	0	0,0
J6	0	15	Ca7	A	E	A	E	MDI	3,2	0	2	0,8
G6	0	136	L Ca5	A	C	A	E	MDI	3,8	0	0	0,4
G7	0	1	LCa5	A	E	A	C	MDI	3,2	2	0	1,6
G8	0	1	N	A	0	A	E	MDI	3,8	-2	0	-0,4

Tabela 11 - Professores com visão síntese restrita, apresentaram alto hibridismo, modelos didáticos ingênuos.³⁸³⁹⁴⁰⁴¹

	Conceito			Prática				Modelo didático				
	Visão do conceito	Visão síntese	Concepção alternativa	Contribuição		Metodologia		Modelo	Hibridismo	Coerência		Média
				Ideia	Atribuição	Ação	Atividade			Contribuição	Metodologia	
J3	0	1	Ca6	0	C	C	E	MDI	3,6	0	0	0,8
J4	0	15	L Ca7	0	C	C	E	MDI	3,8	2	0	0,4
G2	4	13	L Ca6	0	0	0	0	MDI	4,0	0	0	0,0
G3	0	2	Ca6	0	0	0	0	MDI	4,0	0	0	0,0
G5	0	13	N	0	0	0	0	MDI	4,0	0	0	0,0
G12	1	1	L	0	T	T	T	MDI	4,0	0	0	0,0

³⁸ Visões do conceito (vide p.114 a 116): VPM = 0; VM1=1; VM2=2; VPSM = 3; VSM1 = 4; VSM2 = 5; VPR = 6; VR1=7; VR2=8

³⁹ Concepção alternativa (vide quadro 33 p. 146): N = não apresentou; L = linguagem que expressa (modificação; transmutação; necessidade de mais de uma substância; outros usos incorretos da linguagem); Ca5 = surgimento ou desaparecimento; Ca6 = transformação física como exemplo de transformação química e Ca7 = reagente principal.

⁴⁰ Prática: 0 = não citou; T= tradicional; C= tecnológico; E= espontaneísta; A= alternativo

⁴¹ Modelo didático (vide p.84)

- Grupo 1 (tabela 9)– formado por cinco professores. Cada professor apresentou modelo didático diferente de ingênuo, com baixo hibridismo e alta coerência do modelo didático e que apresentaram a visão síntese mais complexa do conceito de transformações químicas, não apresentaram suas práticas ou as apresentaram voltadas para o modelo tradicional de ensino;
- Grupo 2 (tabela 10)– formado por 5 professores que declararam prática alternativa em relação à contribuição do estudante e à ação, visão síntese geralmente restrita, apresentaram alto hibridismo, baixa coerência do modelo didático e modelos didáticos ingênuos;
- Grupo 3 (tabela 11) – formado por 6 professores que apresentam visão síntese restrita, apresentaram alto hibridismo, modelos didáticos ingênuos, não levam em conta a contribuição do estudante, apresentam metodologia tradicional baixa coerência do modelo didático, coerência metodológica igual a zero e coerência média muito baixa.

Os resultados obtidos demonstram uma tensão entre o discurso dos professores e as suas práticas, pois apresentaram modelo didático ingênuo, ou seja, concordam com as proposições de modelos didáticos tradicionais e construtivistas, com alto hibridismo e baixa coerência e visão do conceito de transformações químicas em do nível abaixo do macroscópico, sendo caracterizado como pseudomacroscópico e , ao declararem suas práticas apresentaram estratégias com características dos diversos modelos didáticos.

Os professores declaram aceitação em relação às práticas tradicionais ao mesmo tempo em que afirmam considerar as idéias dos estudantes, o que é característica de abordagens de perspectivas construtivistas, resultados que são semelhantes aos encontrados por Cavalcante (2008).

Os professores que apresentaram modelos didáticos e visões dos conceitos mais avançados não levaram em consideração as idéias dos estudantes e não explicitaram suas estratégias de ensino. Ao contrário, os professores que apresentaram modelos didáticos ingênuos e visões do conceito nos níveis 1 e 2 destacaram suas estratégias em relação aos estudantes e à ação em sala de aula,

sendo que declararam levar em conta as idéias dos estudantes e também metodologias alternativas. Podemos, então, considerar que o fato de o professor apresentar as três visões do conceito de TQ, transitando no triângulo de Johnstone, parece não indicar que ele possua um modelo didático em evolução. Por outro lado, todos os que apresentaram modelos didáticos em níveis mais altos, transitaram em mais de um nível.

Esses resultados parecem sugerir que quando o professor apresenta um nível conceitual mais amplo, ele consiga utilizar estratégias diversificadas. Talvez o fato de o professor apresentar um nível conceitual mais amplo dê a ele uma segurança maior, fazendo com que ele incentive a participação dos estudantes durante as aulas.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Os dados obtidos, a partir da análise das idéias expressas nos instrumentos, nos autorizam a algumas conclusões e considerações em relação os três eixos da pesquisa: *o modelo didático, o conceito de transformações químicas e a prática para o ensino desse conceito que os professores revelam.*

O modelo didático apresentado pela maioria dos professores é ingênuo (MDI), com alto hibridismo e baixo grau de coerência em relação aos modelos construtivistas, o que significa que a maioria dos professores possui discursos que concordam com características tanto do modelo didático tradicional e do tecnológico, representantes do paradigma tradicional, como com os modelos didáticos espontaneísta e alternativo, representantes do paradigma construtivista.

A concordância dos professores com proposições do paradigma tradicional é interpretada, por nós, como uma conseqüência tanto dos anos de escolarização desses professores como de uma prática de ensino tradicionalista, arraigada no seu dia a dia em sala de aula. Por outro lado, a concordância com proposições do paradigma construtivista pode ser apreciada como uma possibilidade de mudança de seu modelo didático.

O conceito de transformações químicas revelado pela maioria dos professores não ultrapassou o nível macroscópico e apenas três não apresentaram concepção alternativa ou confusões de linguagem. A maioria descreveu ensinar o conceito com foco nos aspectos macroscópicos e representacionais, apesar de considerarem como pré-requisitos aspectos submicroscópicos, com seqüências muito próximas das presentes livros didáticos que utilizam, sendo poucos os professores que se destacaram ao apresentarem práticas mais livres em relação a esses livros, o que pode significar que a maioria carece de reflexão acerca do ensino desse conceito.

A grande maioria dos professores declara utilizar estratégias que apresentam características tanto dos modelos tradicionais, como dos modelos construtivistas, o que nos revela uma tensão entre o querer ensinar, transmitindo conceitos e o querer que o estudante aprenda, envolvendo-os na construção dos conhecimentos.

Essa perspectiva de chamar o estudante a participar pode ser uma ação intuitiva do professor embora ele tenha concepção tradicional.

O modelo didático do professor parece não influenciar no conceito que esse professor apresenta, visto que professores que apresentaram MDI também apresentaram conceito em níveis mais altos, porém os resultados parecem demonstrar que o conceito que o professor apresenta influencie em seu modelo didático, visto que os professores com níveis conceituais mais altos também apresentaram tendência aos modelos didáticos construtivistas.

De acordo com os resultados desta pesquisa aqueles professores que apresentam níveis conceituais mais altos parecem estar mais suscetíveis à evolução do modelo didático, de um modelo pertencente ao paradigma tradicional, até um modelo pertencente ao paradigma construtivista.

Esta pesquisa revelou, também, que existe uma distância entre o que os professores propõem ensinar e as orientações curriculares apresentadas pelo CBC, parecendo que os professores se apóiam muito mais no livro didático do que nas propostas do currículo proposto no estado.

Esses resultados sugerem a necessidade de investimento em cursos de formação continuada, preparados com atividades adequadas para promoverem a construção e reconstrução do conhecimento científico dos professores, assim como para que eles participem de atividades nas quais possam discutir suas práticas, como os grupos colaborativos.

Os cursos de formação continuada para os professores de Minas Gerais, patrocinados pela Secretaria de Estado da Educação (SEE-MG⁴²) acontecem nas 19 Universidades públicas ou particulares conveniadas com a SEE ou na MAGISTRA⁴³, que é uma Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, criada em janeiro de 2011 pela SEE e oferece, na capital de Minas Gerais, cursos presenciais e online para os profissionais da educação, nas diversas áreas do conhecimento. Os cursos oferecidos para professores de ciências⁴⁴ priorizam aspectos metodológicos, parecendo considerar que os professores

⁴² <http://www.educacao.mg.gov.br/>

⁴³ <http://magistra.educacao.mg.gov.br/>

⁴⁴ <http://magistra.educacao.mg.gov.br/index.php/noticias/3651/1824-magistra-realiza-circuito-para-producao-de-novas-praticas-pedagogicas-voltadas-ao-ensino-de-ciencias->

dominam os conceitos fundamentais da Química. Porém, os resultados da pesquisa apontam para defasagens conceituais, além de metodológicas, que podem comprometer o ensino que esses professores pretendem promover.

Considerando que as questões desta pesquisa se referiram à visão e à prática de ensino do conceito de transformações químicas, ela mostra a importância de se investir em outras pesquisas que identifiquem a estrutura do ensino de Química para estudantes do 9º ano quanto às visões e práticas dos professores de ciências do Ensino Fundamental de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁴⁵

AHTEE, Maija; VARJOLA, Irma. Students' understanding of chemical reaction. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 3, p. 305-316, 1998.

ANDERSSON, Björn. Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions. **Science Education**, v. 70, n. 5, p. 549-563, 1986.

AUSUBEL, Novak & HANESIAN. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AYRES-PEREIRA, Terezinha I.; MARCONDES, Maria E. R. Reflexões sobre o modelo didático de professores de ciências. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 1., 2011, Viçosa. **Resumos do I Simpósio Mineiro de Educação Química**. Viçosa: UFV, 2011.

AZCONA, Rafael et al. Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? **Alambique**, n. 40, p. 7-17, 2004. Disponível em: <http://132.248.239.10/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/SEIEM/1a/01/00/02_material/1a_generacion/mod7/archivos/Es_posible_aprender_los_cambios_químicos.pdf>.

BALOCCHI, Emilio et al. Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. **Educación Química** v. 17, n. 1, p. 14-32, 2006.

BENARROCH, Alícia; MARÍN, Nicolás. Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciência. **Enseñanza de las ciencias**, v. 29, n. 2, p. 289-304, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

⁴⁵ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BOSQUILHA, Gláucia E.; VIDOTTI, Isaura M. G.; PITOMBO, Luiz R. de M.; MARCONDES, Maria E.; BELTRAN, Maria H. R.; ESPIRIDIÃO, Yvone M. Interações e Transformações no Ensino de Química. GEPEQ. **Química Nova**, v. 15, n. 4, p. 355-371, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1998.

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

CACHAPUZ, F.; PRAIA, J. Um análisis de lãs concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. **Enseñanza de las ciências**, v. 12, n. 3, p. 350-354,1994.

CAMPANÁRIO, Juan Miguel; MOIA, Aida. ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principais Tendências y Propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 179-192, 1999.

CAMPOS, Vicente F. **Controle de qualidade total**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CARMO, Míriam Possar do. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de Dissolução**. 2005. Dissertação de mestrado, Instituto de Química/Instituto de Física/Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2005.

CARNEIRO, Maria Helena da S.; SANTOS, Wildson Luiz P.; MÓL, Gerson de S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais do IV Encontro Nacional em Educação em Ciências**. Bauru: Abrapec, 2003. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/93/142>>. Acesso em: jul. 2007.

CARVALHO, A. M. P. de. Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. 1ª. Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2004.

CARRASCOSA-ALÍS, Jaime. El Problema de Las Concepciones Alternativas em La Actualidad (Parte 1). Análisis sobre las causas que originan y/o matienen. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgacion de las Ciências**, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.

CASADO, Graciela; RAVIOLO, Andrés. Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de uma reacción química. **Universitas Scientiarum**, v.10, p. 35-43, 2005.

CAVALCANTE, Dannuza D.; SILVA, Aparecida de F. A. Modelos Didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2008. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/index.htm>>.

CAZZARO, Flávio. Um experimento envolvendo estequiometria. **Química nova na escola**, n 10, novembro, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper3.pdf>>.

COLL, César et al. **O construtivismo na sala de aula**. 2.ed. São Paulo: Ática, 1997.

CHOU, Ching-yang. Science teacher's understanding of concepts in chemistry. **Proceedings of the National Science Council, Part D: Mathematics, Science, and Technology Education**, v. 12, n. 2, p. 73-78, 2002.

DINIZ, Renato E. da S. Concepções e Práticas Pedagógicas do Professor de Ciências. In: NARDI, Roberto (org). **Educação para a Ciência – Questões Atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, maio, 1999.

ESKILSSON, Olle; HELLDÉN, Gustav. A longitudinal study on 10-12years-olds' conceptions of transformations of matter. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 3, n. 4, p. 291-304, 2003.

FENSHAM, P.J. Beginning to teach chemistry. In: FENSHAM, P. J.; GUNSTONE, R.; WHITE, R. (Eds.). **The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning**. London: Falmer, 1994, p. 14-28.

FERNANDEZ et al. Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las ciências**, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

FURIÓ-MAS, Carles; DOMÍNGUES-SALES, Consuelo. Problemas Históricos y Dificultades de Los Estudiantes em La Conceptualización de Sustancia y Compuesto Químico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n. 2, p. 241-258, 2007.

GARCIA, J. Eduardo; PORLÁN, Rafael. Ensino de Ciências e Prática Docente: Uma Teoria do Conhecimento profissional. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGAÇÃO EM DIDÁTICA DE CIÊNCIAS, 5., 1997. **Transcrição da conferência apresentada no V Congresso Internacional sobre Investigação em Didática de Ciências**. Madri, 1997. Disponível em: <http://www.univates.br/files/files/univates_novo/editora/arquivos_pdf/caderno_pedagogico>.

GARCIA-PÉREZ, Francisco F. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Revista Docência**, n. 12, p. 21-34, 2000. Disponível em: <<http://www.revistadocencia.cl/pdf/20100728123508.pdf>>.

GARRIDO, Esteban A. R.; VILLAGRÁ, Jesús A. M. Las concepciones y creencias de profesores de ciências naturales sobre ciência, su enseñanza y aprendizaje, mediadas por la formación inicial, la educación continuada y la experiencia profesional. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 5, p. 29-44, 2005. Disponível em: <<http://www.cienciamao.usp.br>>.

GEORGIADO, Anastasia e TSAPARLIS, Georgius. Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) Psychological theories; b) The macro, representational and submicro levels of chemistry. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 2, p. 217-226, 2000.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Atividades experimentais de química no ensino médio**. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 2009.

GONZALÉZ, F.; ESCARTÍN, E. Qué piensan los profesores de cómo se deve enseñar. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 331-342, 1996. Disponível em: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n3p331.pdf>>.

GUIMARÃES, Gislene M. A.; ECHEVERRÍA, Augustina R.; MORAES, Itamar J. Modelos didáticos no discurso de professores de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 11, n. 3, p. 303-322, 2006.

HUGUENIN, José Augusto et al. Concepções alternativas entre professores e normalistas: desafios para o ensino de Ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2009. **Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, Vitória, 2009.

JOHNSTONE, Alex H. Chem-ed research – where do we go from here? **Apresentação ao Chemical Education Research Group RSC 7th**, Setembro, 1999. Resumo elaborado por Alan Goodwin. Disponível em: <http://www.rsc.org/images/1999AJohnstone_tem18-49173.pdf>.

_____. Teaching of chemistry – Logical or psychological? **Chemistry Educacion**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

_____. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Educacion Research and Practice**, v. 7. n. 2, p. 49-63, 2006.

LAMAS, M. F. P. **Formação inicial de professores de química: aplicação e avaliação de uma proposta**. 2003. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 2003.

LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOSA, Luciana C. Idéias Estruturadoras do Pensamento Químico: Uma contribuição ao Debate. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 39-43, 2005.

LOPES, Alice R. C. Reações Químicas: fenômeno, transformação e representação. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 7-9, nov., 1995

MAIA, Maria Elisa. **Persistência de Conceitos Alquímicos nos Dias de Hoje**. Discursos de Práticas Alquímicas. Vol. 1. Hugin Editores. Lisboa: 2002. Disponível em: <<http://www.triplov.com/alquimias/alqelisa.htm>>.

MARCONDES, Maria Eunice R. et al. **Currículo do estado de São Paulo**. São Paulo: SEE, 2008.

MARTIN DEL POZO, Rosa. Tentative de Définition d'un Savoir Professionnel sur le Changement Chimique pour la Formation des Enseignants. **Aster**, n. 18, p. 217-240, 1994 Disponível em: <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8606/ASTER_1994_18_217.pdf?sequence=1>.

_____. El conocimiento escolar y profesional sobre el cambio químico en el diseño curricular. Investigando Nuestro Mundo. **Investigation en la Escuela**, n. 27, p. 39-48, 1995. Disponível em: <http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/27/R27_3.pdf>.

_____. Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2001.

_____; PORLÁN, Rafael. Spanish Prospective Teachers' Initial Ideas About Teaching Chemical Change. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 3, n. 2, p. 265-283, 2001.

MARTINS, Carmem M de C. et al. **CBC – Proposta Curricular de Ciências do Ensino Fundamental**. MG: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2008.

MARTINS, Heloisa Helena T. de S. Metodologia qualitativa de pesquisa. Educação e Pesquisa. v.30, n. 2, São Paulo, May/Aug, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022004000200007>. Acesso em 13 out. 2011.

MARTORANO, Simone A. de A. **A Transição Progressiva de Professores de Química dos seus Modelos de Ensino de Cinética Química a partir do Desenvolvimento Histórico do Tema**. 2012. Tese de Doutorado. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MINAYO, Maria Cecília de S. **Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade?** Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-263, 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v9n3/02.pdf>>.

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: MORAES (org.) **Construtivismo e ensino de Ciências. Reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

MOREIRA, Marco A. Mapas Conceituais. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 17-25, abr., 1996.

_____. ¿Por qué conceptos? ¿Por qué aprendizaje significativo? ¿Por qué actividades colaborativas? ¿Por qué mapas conceptuales? **Revista de teoría, investigación e práctica educativa**, n. 23, p. 9-23, 2010. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3312631>>

MORTIMER, E. F. Pressupostos Epistemológicos para uma Metodologia de Ensino de Química: Mudança Conceitual e Perfil Epistemológico. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 3, 1992.

MORTIMER, E. F. e MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26, 1995.

NERY, Ana Luiza P.; LIEGEL, Rodrigo M. e FERNANDEZ, Carmem. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 587-600, 2007.

MEGID Neto, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

O'CONNOR, Rod. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1977.

PAULING, Linus. **Química geral**. v. 1, 1.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1972.

PITOMBO, Luiz R. de M.; MARCONDES, Maria E. R. (coord.). Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Interações e Transformações I: Elaborando conceitos sobre transformações químicas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

_____; _____; LIMH, M. e SNNZ SEM, A. **Procesos cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química**. Madri: Ministerio de Educación y Ciencia, CIDE-MEC, 1991.

QUADROS, Ana Luiza et al. The Knowledge of chemistry in secondary education: difficulties from the teachers' viewpoint. **Educacion Química**, v. 22, n. 3, p. 232-239, 2011.

RAMOS, Maurivan G. Epistemologia e Ensino de ciências: compreensões e perspectivas. In: MORAES, R. (org). **Construtivismo e ensino de Ciências. Reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

ROSA, Maria I. de F. P. S.; SCHNETZLER, Roseli P. Sobre a importância do conceito de transformação Química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, nov., 1998.

ROSA, Paulo R. da S. **Uma Introdução à pesquisa qualitativa no ensino de ciências**. Campo Grande: 2011. Disponível em: <http://www.dfi.ufms.br/prrosa/Uma_Introducao_Pesquisa_Qualitativa_Ensino_Ciencias.pdf>. Acesso em 14 out. 2011.

RUBILAR, Cristian M.; IZQUIERDO, M. Aportes a la modelización según el cambio químico. **Educación Química**, v. 22, n. 3, p. 212-223, 2011.

SANCHEZ-BLANCO, Gaspar; VALCÁRCEL-PÉREZ, Maria V. ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras um programa de formación. **Enseñanza de las ciencias**, v. 18, n. 3, p. 423-437, 2000.

SANTOS, André N.; QUADROS, Ana Luiza. Há evolução conceitual sobre transformações químicas a partir da discussão de modelos sobre fenômenos? In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2008. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba: UFPR, 2008. Disponível: <<http://www.quimica.ufpr.br>>.

SANTOS Jr., João B. dos. **Colaboração Mediada como Ferramenta na Reestruturação do Sistema de Crenças Pedagógicas sobre Ensino e Aprendizagem do Professor de Química**. 2009. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS Jr., João B. dos. e MARCONDES, Maria Eunice R. Um estudo sobre os modelos didáticos de um grupo de professores de Química. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 101-116, 2010. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/525/517>>.

SANTOS Jr., João B. dos. e MARCONDES, Maria Eunice R. Identificando os modelos didáticos de um grupo de professores de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2008. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0381-1.pdf>>.

SANTOS, Wildson L. P. (coord.); MÓL, Gerson de S. (Coord.); MATSUNAGA, Roseli T.; FRANÇA DIB, Siland M.; CASTRO, Eliane N. F.; SILVA, Gentil de S.; SANTOS, Sandra M. de O.; FARIAS, Salvia B. PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade. **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2009.

SCNNETZLER, Roseli P. Concepções e Alertas Sobre Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 15-20, nov., 2002.

SILVA, Erivanildo Lopes, SOUZA, Fábio Luis; MARCONDES, Maria Eunice R. Transformações Químicas e Transformações Naturais: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. **Educacion Química**, Abril, 2008. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2676232>>.

SOLSONA, Núria; IZQUIERDO, M. El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. **Investigación en la escuela**, n. 38, p. 65-75, 1999.

_____; _____ e JONG, Onno; Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 1, p. 3-12, 2003.

SUART, Rita de Cássia. **Habilidades cognitivas manifestadas por estudantes do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TALANQUER, Vicente. Formación docente: ¿Que Conocimiento Distingue a los Buenos Maestros de Química? **Educacion Química**, v. 15, n. 1, 2004.

_____. **Macro**, Submicro and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 2, p. 179-195, 2011.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciência & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>.

WHARTA, Edson J.; REZENDE, Daisy de B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Pierce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Carta convite aos professores do grupo J

Prezado(a) professor(a), _____

A partir do dia 28 de agosto estará ocorrendo, nas dependências do Colégio e Faculdade Kennedy, o curso **TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: VISÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES**.

Esse curso tem como objetivo a discussão de conceitos e experimentos relacionados ao tema Transformações Químicas e também a formação de um grupo colaborativo em João Monlevade. Terá duração de 40h e certificado emitido pela Prefeitura Municipal.

Dados relacionados ao curso:

Local	Colégio Kennedy
Datas previstas	28/08; 11/09; 25/09; 02/10 e 16/10
Horário	Início: 8h Término: 18h Pausa para almoço: 12h a 14h
Custo	Não haverá custo para os professores
Público alvo	Professores de Química e Ciências

Contando com sua presença e importante colaboração nas discussões,

João Monlevade, 19 de Agosto de 2010

Terezinha Iolanda Ayres Pereira

APÊNDICE 2 – Termo e ficha cadastral – professores do grupo J

FICHA CADASTRAL

Professor:	Nascimento: ____/____/____
Email:	
Orkut:	
Msn:	
Telefone(s):	
Curso de Graduação:	Data: ____/____/____
Curso de Especialização:	Data: ____/____/____
Último curso de formação continuada:	Data: ____/____/____
Escola onde leciona:	Série(s)
Escola onde leciona:	Série(s)

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu _____, participante do curso **‘Transformações Químicas: visões e práticas de professores de ciências e química’**, ministrado pela pesquisadora Terezinha Iolanda Ayres Pereira, como parte de sua pesquisa de mestrado junto ao ao Programa Interunidades (Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação) da Universidade de São Paulo, sob orientação da Prof. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes, **autorizo a utilização, na referida pesquisa, de imagens, sons e questionários produzidos durante esse curso .**

João Monlevade, 28 de Agosto de 2010

APÊNDICE 3 – Instrumento 1 – Curso - Professores do grupo J**VISÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS**

1. Você considera importante ensinar Transformação química? Que grau de importância atribui a esse conceito em relação a outros que você ensina?
2. Você ensina Transformações Químicas? Quais conteúdos você aborda? Em que série?
3. Caso você aborde transformação química, que material utiliza com seus estudantes?
4. Você utiliza algum material no preparo de suas aulas sobre transformações químicas?
5. Você acha que os estudantes têm dificuldades para entender os conteúdos de transformação química? Aponte-as.
6. Cite três fenômenos que, em sua opinião, representam uma transformação química, justificando.

APÊNDICE 4 – Atividade experimental 1– 28/08/2010 – Professores do grupo J

TÍTULO: (Que título seria interessante para esta atividade?)
OBJETIVO: (com que objetivo realizamos esta atividade?)

QUESTÃO INICIAL: A evidência de uma reação é sempre percebida facilmente pelos estudantes?

PROCEDIMENTO INICIAL:

- Seu grupo está recebendo dois tubos de ensaios, dois copos descartáveis, um recipiente com água e dois canudinhos;
- Coloque um pouco de água em um dos tubos e também em um dos copos;
- Um integrante do grupo deve assoprar a água presente no tubo, utilizando o canudinho enquanto outro integrante repete esse procedimento na água presente no copo.

QUESTÕES:

1. O grupo percebeu que hora deveria parar de assoprar a água? Por que?
2. Ocorreu uma reação química? Justifique.

ATENÇÃO: A partir desse momento o procedimento a ser seguido dependerá do diálogo que todos os grupos manterão. Sugiro que anotemos tudo o que fizermos. Ao final da atividade precisamos dar um título para a mesma. É também imprescindível que todos nós percebamos os objetivos das atividades que estamos desenvolvendo.

APÊNDICE 5 – Instrumento 3 - 25/09/2010 -Professores do grupo J

Professor:

1. Considere a série na qual ensina Transformações Químicas para responder às questões :

Liste os conceitos que você aborda ao ensinar Transformações Químicas	Explicita as estratégias e exemplos que você utiliza ao ensinar Transformações Químicas

2. Considere os conceitos listados. Responda, justificando, se ao ensinar Transformações Químicas você os utiliza ou não:

Reagentes
Produtos
Interação
Modelos atômicos
Formação de Ligações Químicas
Quebra de ligações químicas
Tempo
Energia
Reversibilidade
Evidências
Conservação de massa
Proporções em massa
Equação química
Reações químicas e tecnologia
Reações químicas e sociedade
Reações químicas e ambiente

3. Dentre as concepções alternativas apontadas nos artigos discutidos, alguma(s) faz (em) parte da sua fala ao ensinar transformações químicas? Escreva um texto respondendo a essa questão, inclusive com exemplos.

4. Que concepções alternativas sobre o conceito de transformações você considera que estejam presentes na estrutura cognitiva dos seus estudantes? Você acredita que essas concepções representem entraves para a aprendizagem dos estudantes?

APÊNDICE 6 – Instrumento 4 - Professores do grupo J

1. Construa um plano de ensino, para ensinar Transformações Químicas, descrevendo **o que você considera importante ensinar, como você ensinaria e quais as possíveis dificuldades que você encontraria para ensinar.**

O que eu considero importante ensinar	Como eu ensinaria	Possíveis dificuldades

2. Liste conceitos você acredita que os estudantes já sabem **sobre transformações químicas:**

Ao chegarem no 9º ano do Ensino Fundamental	Ao chegarem no 1º ano do Ensino Médio	Ao chegarem no 2º ano do Ensino Médio	Ao terminarem o Ensino Médio

3. Complete o quadro de acordo com as instruções

- 1) No centro da folha aparece a expressão **Transformações Químicas** e, em sua volta, outras expressões, que representam conceitos. **Ligue, à expressão transformações Químicas, apenas os conceitos que você ensina para a formação do conceito de Transformação Química;**
- 2) Escreva, sobre a linha, o elo de ligação entre o conceito e a Transformação Química;
- 3) Classifique os conceitos que você ligou à transformação química, colocando dentro dos balões, os números de acordo com os seguintes critérios:
 - **1** se considera o conceito fundamental e **2** se o considera menos importante que 1;
 - **3** se considera o conceito fácil de ensinar e **4** para se considera o conceito difícil de ensinar;
 - **5** se considera o conceito fácil de aprender e **6** se considera o conceito difícil de aprender;
 - **7** se ensina o conceito usando atividades experimentais e **8** se ensina o conceito sem usar atividades experimentais;
 - **9** se ao ensinar o conceito gasta 1 a 2 aulas e **10** se ao ensinar o conceito gasta um tempo maior, explicita-o.

APÊNDICE 7 –

Instrumento 5 (1ª parte) - Professores do grupo J

Professores:

1. Por favor, escreva o conceito de Transformação Química
2. Enumere os conceitos-chave
3. Construa um mapa conceitual tendo como conceito-chave: Transformações Químicas

O diagrama de causa e efeito, conhecido como espinha de peixe foi uma ferramenta criada para a utilização em programas de qualidade total nas empresas e também pode ser usado para analisar o ensino. Seu esquema é:

Construa um diagrama de causa e efeito, considerando o ensino do conceito de Transformações químicas.

Instrumento 5 (2ª parte) - Professores do grupo J

Cite três fenômenos que, em sua opinião, representam uma transformação química, **justificando**

Fenômeno	Justificativa
Fenômeno	Justificativa
Fenômeno	Justificativa

- Você **vivencia** o conceito de Transformações Químicas? Descreva algum momento no qual você, em convivência com **não-químicos**, vivenciou o conceito de Transformações Químicas.
- Existe um momento no qual você ensina o conceito de transformações químicas? Em que série? Explícite.
- Descreva a sequência de ensino que você utiliza para ensinar o conceito de transformações químicas.
- Em sua opinião, como as atividades experimentais podem contribuir para a formação do conceito de Transformações Químicas? Clarifique suas idéias em um parágrafo.
- Em sua opinião, o curso contribuiu para o seu conceito de Transformações Químicas? Clarifique suas idéias em um parágrafo. Em caso positivo, explicita qual(is) momento(s) do curso mais contribuiu(ram).

APÊNDICE 8 – Avaliação dos módulos e do curso

1. De modo geral, como você avalia:
 - O curso:
 - A atuação da pesquisadora:
 - O local onde o curso foi realizado e suas condições:
2. O curso atendeu às suas expectativas? Por que?
3. O que você sugere para melhorar no próximo módulo?

APÊNDICE 9 – Atividade pré-oficina – 1º instrumento – Professores do grupo G

Prezado professor,

É com prazer que retorno a Governador Valadares, minha cidade natal, para trabalhar com professores de ciências em uma oficina de transformações químicas. Nasci na Avenida Brasil, estudei no IIC e na UNIVALE, onde me formei na Licenciatura em Química. Atualmente faço o mestrado em Ensino de Química na USP-SP e é nesse curso que nasceu a idéia da oficina que trabalharemos.

Visando conhecê-los para melhor preparar a oficina, peço que respondam ao questionário que se segue.

Cordialmente,

Terezinha Iolanda Ayres Pereira

Professor, por favor, complete a ficha cadastral.

Professor:	Nascimento: __/__/__
Endereço eletrônico:	
Telefone(s):	
Curso de Graduação:	Data: __/__/__
Curso de Especialização:	Data: __/__/__
Último curso de formação continuada:	Data: __/__/__
Trabalha ensinando ciências para: () 6º ano () 7º ano () 8º ano () 9º ano Trabalha com o ensino médio? _____ () 1º ano () 2º ano () 3º ano Disciplina: () Biologia () Química () Física	

Professor, por favor, dê um valor de importância para cada um dos itens relacionados no que diz respeito às suas aulas.

0 = nenhuma importância 1 = pouca 2 = média 3= máxima importância.

Qual o meu objetivo maior em ensinar química aos meus estudantes?	Valor
Para que meu estudante possa se tornar um indivíduo dotado da cultura vigente.	
Para que meu estudante tenha uma formação eficiente e moderna, ou seja, esteja inserido no mundo tecnológico no qual todos nós precisamos conviver	
Para que meu estudante se torne um cidadão crítico, ético e atuante no mundo em que vive.	
Para que meu estudante possa enriquecer progressivamente seus conhecimentos e vá aos poucos conseguindo fazer leituras cada vez mais complexas do mundo em que vive.	
Que conteúdo de química devo ensinar aos meus estudantes?	Valor
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes.	
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes, combinados com aplicações tecnológicos desses conceitos.	
Conceitos químicos presentes nos fenômenos que se apresentam no cotidiano do estudante.	
Conhecimentos que permitam a integração nos níveis científico, social, histórico e ambiental	

Qual a contribuição das concepções e interesses do meu estudante em relação à escolha dos conteúdos?	Valor
O fundamental para a escolha dos conteúdos não é o interesse ou as concepções do estudante e sim a capacidade profissional do professor em escolher os conteúdos adequados para o ensino.	
Os interesses não precisam ser considerados, as concepções sim. Caso essas concepções sejam erradas devem, com o ensino, ser substituídas pelo estudante por concepções mais próximas das científicas.	
As concepções não precisam ser consideradas, os interesses sim, pois dessa forma o estudo de química pode ser mais atraente e significativo para o estudante.	
As concepções e os interesses devem nortear a escolha dos conteúdos que irão ser trabalhados.	
Como devo ensinar química aos meus estudantes?	Valor
Como professor, devo estar apto a transmitir conhecimento ao meu estudante e manter uma ordem mínima necessária para que seja possível o trabalho; o estudante, por sua vez, se fizer a sua parte, ou seja, prestar atenção às aulas, fizer as atividades e se esforçar um pouco, poderá aprender química com sucesso.	
Como professor, devo combinar aulas expositivas com aulas práticas, usando todos os recursos didáticos que disponho e atuar dentro da sala como um administrador das atividades; o estudante, por sua vez, deve fazer as atividades propostas.	
Como professor, devo propor atividades que estimulem a capacidade de meu estudante de analisar, julgar, criticar e exercer a sua cidadania, além é claro, de aprender química; devo atuar dentro da sala como um coordenador; o estudante é o centro do processo de ensino-aprendizagem.	
Como professor, devo propor situações problema para o meu estudante e atividades que permitam ao estudante ir resolvendo esse problema, dentro da sala devo atuar como um mediador e um investigador no processo de ensino-aprendizagem, o estudante tem um papel ativo na construção e reconstrução do seu conhecimento.	
Como deve ser a minha forma de avaliar os meus estudantes?	Valor
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado e com instrumentos individuais do tipo provas e listas de exercícios preferencialmente, visando identificar o conhecimento adquirido pelo estudante durante o período.	
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado, os instrumentos não precisam ser especificadamente individualizados, mas precisam me dar dados confiáveis para medir a aprendizagem e analisar o processo de ensino-aprendizagem.	
A minha avaliação deve privilegiar a mudança atitudinal do meu estudante, as habilidades e competências construídas no processo de ensino-aprendizagem, por isso a minha observação é um fator importantíssimo.	
A minha avaliação deve privilegiar a evolução dos conhecimentos do meu estudante no processo de ensino-aprendizagem; posso utilizar instrumentos individualizados ou coletivos, a minha observação. Essa avaliação também me orienta a fazer as modificações necessárias no processo, visando um melhor rendimento dos meus estudantes.	

Professor, se você ensina ou já ensinou transformações químicas para o 9º ano, por favor, responda às questões a seguir.

Você considera importante ensinar transformações químicas para o ensino fundamental? Porque?

O que você considera que os estudantes deveriam saber sobre transformações químicas, ao final do ensino fundamental?

Professor, por favor, dê um valor de concordância para cada um dos itens relacionados, no que diz respeito às suas aulas.

0 = discordo plenamente 1 = discordo parcialmente
2 = concordo parcialmente 3 = concordo plenamente

<i>Para os meus estudantes, a aprendizagem do conceito de transformações químicas:</i>	Concordância
É tranquila e eles demonstram domínio dos conceitos que ensino.	
É dificultada pelo fato de vários estudantes não terem domínio de conceitos matemáticos e, por isso, não conseguirem fazer o balanceamento corretamente.	
Apresentam maior dificuldade nos cálculos relacionados às massas.	
Apresentam dificuldades em reconhecer reagentes, produtos e as evidências da ocorrência de transformações químicas.	
Apresentam dificuldade em entender transformações químicas no nível atômico molecular	
<i>Para melhorar a aprendizagem do conceito de transformações químicas eu pediria aos estudantes do 9º ano que estudem mais</i>	Concordância
A representação das equações químicas e o balanceamento	
Os cálculos relacionados à conservação das massas	
O reconhecimento de reagentes, produtos e das evidências da ocorrência de transformações químicas	
O conceito de substância química	
O conceito de quebra e formações de ligações	
<i>São expressões mais utilizadas na sala de aula, durante as aulas nas quais estamos estudando o conceito de transformações químicas:</i>	Concordância
Reações de simples troca e dupla troca	
Equação química, balanceamento	
Conservação de massa	
Fenômeno, reagentes e produtos, evidências	
Quebra e formação de ligações, energia	

APÊNDICE 10 - Instrumento 2 - 10/03/2012 – Professores do grupo G

Professor:

Professor, por favor, responda às questões:

1. Como você conceitua transformações químicas?
2. Cite dois exemplos que, em sua opinião, ilustram bem o que é uma transformação química, justificando.

APÊNDICE 11 – Experimento 1 - realizado durante a oficina – 10/03/2012 - Professores do grupo G

Professor:

TEMA: Evidências das Transformações químicas

OBJETIVO: Promover a discussão sobre as evidências das transformações químicas

ATIVIDADE 1 – Identificando as evidências

Materiais necessários, por grupo:

<ul style="list-style-type: none"> Solução de ácido clorídrico; Solução de hidróxido de sódio Indicador fenolftaleína 	<ul style="list-style-type: none"> Magnésio metálico Palha de aço 	<ul style="list-style-type: none"> 6 tubos de ensaios; Suporte para tubos ;
--	---	---

PROCEDIMENTO

Atenção: Esteja atento a cada detalhe e anote as observações na tabela que se encontra ao final. Durante a atividade esteja atento ao símbolo , que indica reagente perigoso, exigindo de você maior cuidado.

- Em um copinho contendo solução de ácido clorídrico , coloque uma pequena quantidade de carbonato de cálcio;
- Em um copinho contendo solução de ácido clorídrico , coloque um pedaço do metal que está sendo disponibilizado;
- Em um tubo de ensaios contendo solução de ácido clorídrico , acrescente uma gota de indicador fenolftaleína e a seguir coloque uma pequena quantidade de solução de hidróxido de sódio ,
- Em um tubo de ensaios contendo solução de Sulfato de Cobre II, coloque uma pequena quantidade de solução de hidróxido de sódio;
- Em um tubo de ensaios contendo solução de Sulfato de Cobre II, coloque um pedacinho de palha de aço.

Quadro de anotações

Sistema	Estado Inicial (aspectos gerais do sistema antes da interação)	Estado Final (aspectos gerais do sistema depois da interação)	Evidências de Transformações
1			
2			
3			
4			
5			

QUESTÕES:

Analisando os dados obtidos, você considera que em todas as interações houve formação de novos materiais? Justifique.

Qual é a importância e a validade das evidências na identificação de uma transformação química?

ATIVIDADE 2 – Chuva ácida – atividade demonstrativa

Materiais necessários:

<ul style="list-style-type: none"> • 1 frasco de boca larga • Fio de cobre, enrolado em forma de cone; 	<ul style="list-style-type: none"> • Água; • Pétala de flor e folha • Fonte de chama 	<ul style="list-style-type: none"> • Enxofre • Béquer • Fio de cobre
--	---	---

PROCEDIMENTO

Atenção: Esteja atento a cada detalhe e anote as observações na tabela que se encontra ao final. Durante a atividade esteja atento ao símbolo , que indica perigo, exigindo de você maior cuidado.

1. Em um frasco de boca larga colocar um pouco de água ;
2. Em um pedaço de fio de cobre pendurar uma flor e uma folha, ambos novos ;
3. Enrolar na ponta de uma caneta, um pedaço de fio de cobre, de forma a fazer um cone bem justo. Deixar uma ponta que torne possível pendurar o cone no frasco (testar o sistema)
4. Dentro do cone, colocar um pouco de enxofre.
5. Promover a queima do enxofre e, imediatamente à chama, pendurar dentro do frasco e tampar (deve ser feito rapidamente).

QUESTÕES:

1. Analisando os dados obtidos, você considera que ocorreu uma transformação química? Justifique
2. Em relação à água, ocorreu alguma transformação química?
3. Como podemos proceder para evidenciar se ocorreu alguma transformação química com a água?

APÊNDICE 12 - Instrumento 3 - 10/03/2012 – Professores do grupo G

Professor:

Professor, por favor, responda às questões:

1. Ao ensinar transformações químicas, quantas aulas você utiliza, especificamente, para esse conceito?
2. Qual é a seqüência de conteúdos que você utiliza no ensino do conceito de transformações químicas?
3. Como é a sua abordagem ao ensinar transformações químicas?
4. Responda, justificando: que outro(s) conceito(s) da Química você considera que seja(m) pré-requisito(s) para ensinar transformações químicas?

APÊNDICE 13 - Instrumento 4 - 10/03/2012 – Professores do grupo G

Professor:

Professor, por favor, responda às questões:

1. Liste palavras que você considera relacionadas ao conceito de transformações químicas
2. Utilizando as palavras listadas, construa um mapa conceitual para o conceito de transformações químicas.

APÊNDICE 14 - Experimento 3- 10/03/2012 - realizado durante a oficina

Professor:

TEMA: Relações de massas nas Transformações químicas

OBJETIVO: Promover a discussão sobre o ensino das relações de massas nas transformações químicas

Materiais necessários, por grupo:

<ul style="list-style-type: none"> • Suporte para tubos • 4 tubos de ensaios • Solução de sulfato de cobre • Solução de hidróxido de sódio 	<ul style="list-style-type: none"> • Solução de ácido clorídrico • Metal – magnésio • Balança • Bexiga de borracha
--	--

PROCEDIMENTO**Atividade 1**

1. Pese o suporte para tubos, no qual está um tubo de ensaios contendo solução de sulfato de cobre e outro tubo, contendo solução de hidróxido de sódio.
2. Observe as duas soluções e misture-as em um dos tubos. Observe buscando identificar as evidências de transformações químicas.
3. Pese o sistema novamente, não esquecendo de pesar , junto, o tubo vazio.

Atividade 2

1. Pese o suporte para tubos, no qual está o tubo de ensaios contendo solução de ácido clorídrico e o pedaço de metal
2. Observe os dois materiais . A seguir, coloque o metal dentro do tubo. Observe buscando identificar as evidências de transformações químicas.
3. Pese o sistema novamente.

Atividade 3

1. Pese o suporte para tubos, no qual está o tubo de ensaios contendo solução de ácido clorídrico, o pedaço de metal e a bexiga de borracha.
2. Observe os dois materiais . A seguir, coloque o metal dentro do tubo, tampando imediatamente com a bexiga. Observe buscando identificar as evidências de transformações químicas.
3. Pese o sistema novamente.

Quadro de resultados

Atividade	Estado inicial	Estado final
Características		
Massa		
Características		
Massa		
Características		
Massa		

Questões

1. Analisando os dados obtidos no experimento 1, a massa do sistema inicial foi igual à massa do sistema final? A massa foi conservada? Justifique.
2. O que você observou em relação às massas, no procedimento 2? Houve conservação? Justifique
3. Em relação ao experimento 3, a massa foi conservada?
4. Compare os experimentos 2 e 3. Que tipo de produto foi formado?

APÊNDICE 15 Seqüências de ensino para Transformações Químicas, apresentadas pelos professores do grupo G

Professor	Plano para ensinar Transformações Químicas
G1	Conceito de fenômeno; Definição de fenômeno físico e químico; Exemplos do cotidiano; Análise dos fenômenos do dia a dia e classificação em físico ou químico; Análise das evidências dos fenômenos; Construção do modelo atômico de Dalton; Teoria atômica; Ligações; Tabela Periódica; Equações; Funções Químicas; Misturas.
G2	Debate do conhecimento prévio; Exemplos das transformações cotidianas; Experimentos; Análise e descrição das evidências; Montagem das equações das reações ocorridas.
G3	Conceito de transformação química; Estados físicos dos materiais; Alterações químicas; Os fenômenos que interferem nas transformações.
G4	Debate do conhecimento prévio; Experimentos; Análise deles quanto a esse vivenciamento (evidências) ao introduzir reações químicas; montagem das reações ocorridas.
G5	Debate do conhecimento prévio; Experiência; Análise e discussão das evidências, com observação; Montagem das equações das reações ocorridas.
G6	Definir fenômeno químico; Identificar reagentes e produtos e suas funções químicas. Equilíbrio químico
G7	Conceito de matéria, corpo, objeto, energia; Propriedades gerais da matéria; Propriedades específicas da matéria; Fenômenos físicos e químicos.
G8	Debate do conhecimento prévio (exemplificar transformações no dia a dia); Experimento; Análise e discussão das evidências; Montagem das equações nas reações ocorridas.
G9	Fenômeno químico e físico; O cotidiano dos seres vivos; Observação dos espaços existentes na escola e os seres vivos.
G10	Classificar reações químicas; Equilíbrio de reações; Transformação química.
G11	Debate do conhecimento prévio; Experimento; Análise das evidências; Equações químicas.
G12	As propriedades da matéria; Ligações químicas; Tipos de propriedades da matéria; Átomos.
G13	Definir fenômeno químico; Identificar reagentes e produtos e suas funções químicas e equilíbrio químico.
G14	Diferenciar fenômeno físico e químico; Identificar reagentes e produtos; O equilíbrio das reações; Identificar as funções químicas de reagentes e produtos.

APÊNDICE 16 Dados de todos os professores em relação ao conceito de transformações químicas, à prática e ao modelo didático

	Conceito			Prática				Modelo Didático				
				Contribuição		Metodologia		Modelo	Hibridismo	Coerência		
	Visão do conceito	Visão Síntese	Concepção Alternativa	Idéia	Atribuição	Ação	Atividade			Contribuição	Metodologia	Média
J1	0	1	L	a	e	a	e	mdi	4,0	0	0	0,0
J2	1	23	LCa7	0	c	t	e	mde2	2,8	0	4	1,6
J3	0	1	Ca6	0	c	c	e	mdi	3,6	0	0	0,8
J4	0	15	LCa7	0	c	c	e	mdi	3,8	2	0	0,4
J5	0	15	L	t	c	c	c	mde1	3,0	2	0	0,8
J6	0	15	Ca7	a	e	0	e	mdi	3,2	0	2	1,2
J7	0	15	L	a	c	c	c	mdi	3,6	4	0	1,6
J8	1	248	L	0	c	0	0	mde2	2,6	2	0	1,6
J9	0	28	LCa7	a	0	c	c	mde1	3,2	2	2	1,6
G1	0	156	Ca5	0	0	0	0	mde4	2,0	4	4	2,4
G2	4	13	LCa6	0	0	0	0	mdi	4,0	0	0	0,0
G3	0	2	Ca6	0	0	0	0	mdi	4,0	0	0	0,0
G4	0	13	L	0	0	0	0	mde2	3,0	4	0	2,0
G5	0	13	N	0	0	0	0	mdi	4,0	0	0	0,0
G6	0	136	LCa5	a	c	a	e	mdi	3,8	0	0	0,4
G7	0	1	LCa5	a	e	a	c	mdi	3,2	2	0	1,6
G8	1	237	L	0	0	0	0	mdi	3,8	4	0	0,8
G9	0	1	N	a	0	a	e	mdi	3,8	-2	0	-0,4
G10	1	17	L	a	0	0	e	mde1	3,4	2	0	1,2
G11	0	237	N	0	0	0	0	mdi	3,4	2	0	1,2
G12	1	1	L	0	t	t	t	mdi	4,0	0	0	0,0
G13	1	23	L	a	t	t	t	mdi	3,8	4	0	0,8
G14	1	237	L	a	c	c	t	mdi	4,0	0	0	0,0

ANEXOS

ANEXO 1 – Instrumento 2 – curso (grupo J) e oficina (grupo G)**Questionário: Modelo Didático Pessoal (MDP)**

Professor, por favor, dê um valor de importância para cada um dos itens relacionados na tabela no que diz respeito às suas aulas. **0 = nenhuma importância, 1, 2, 3= máxima importância.**

1- Qual o meu objetivo maior em ensinar química aos meus estudantes?

Objetivo maior	Valor
Para que meu estudante possa se tornar um indivíduo dotado da cultura vigente.	
Para que meu estudante tenha uma formação eficiente e moderna, ou seja, esteja inserido no mundo tecnológico no qual todos nós precisamos conviver	
Para que meu estudante se torne um cidadão crítico, ético e atuante no mundo em que vive.	
Para que meu estudante possa enriquecer progressivamente seus conhecimentos e vá aos poucos conseguindo fazer leituras cada vez mais complexas do mundo em que vive.	

2- Que conteúdo de química devo ensinar aos meus estudantes?

Conteúdo	Valor
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes.	
Uma síntese dos conceitos químicos mais importantes, combinados com aplicações tecnológicos desses conceitos.	
Conceitos químicos presentes nos fenômenos que se apresentam no cotidiano do estudante.	
Conhecimentos que permitam a integração nos níveis científico, social, histórico e ambiental	

3- Qual a contribuição das concepções e interesses do meu estudante em relação à escolha dos conteúdos?

Contribuição	Valor
O fundamental para a escolha dos conteúdos não é o interesse ou as concepções do estudante e sim a capacidade profissional do professor em escolher os conteúdos adequados para o ensino.	
Os interesses não precisam ser considerados, as concepções sim. Caso essas concepções sejam erradas devem, com o ensino, ser substituídas pelo estudante por concepções mais próximas das científicas.	
As concepções não precisam ser consideradas, os interesses sim, pois dessa forma o estudo de química pode ser mais atraente e significativo para o estudante.	
As concepções e os interesses devem nortear a escolha dos conteúdos que irão ser trabalhados.	

4-Como devo ensinar química aos meus estudantes?

Metodologia	Valor
Como professor, devo estar apto a transmitir conhecimento ao meu estudante e manter uma ordem mínima necessária para que seja possível o trabalho; o estudante, por sua vez, se fizer a sua parte, ou seja, prestar atenção às aulas, fizer as atividades e se esforçar um pouco, poderá aprender química com sucesso.	
Como professor, devo combinar aulas expositivas com aulas práticas, usando todos os recursos didáticos que disponho e atuar dentro da sala como um administrador das atividades; o estudante, por sua vez, deve fazer as atividades propostas.	
Como professor, devo propor atividades que estimulem a capacidade de meu estudante de analisar, julgar, criticar e exercer a sua cidadania, além é claro, de aprender química; devo atuar dentro da sala como um coordenador; o estudante é o centro do processo de ensino-aprendizagem.	
Como professor, devo propor situações problema para o meu estudante e atividades que permitam ao estudante ir resolvendo esse problema, dentro da sala devo atuar como um mediador e um investigador no processo de ensino-aprendizagem, o estudante tem um papel ativo na construção e reconstrução do seu conhecimento.	

5. Como deve ser a minha forma de avaliar os meus estudantes?

Avaliação	Valor
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado e com instrumentos individuais do tipo provas e listas de exercícios preferencialmente, visando identificar o conhecimento adquirido pelo estudante durante o período.	
A minha avaliação deve cobrir o conteúdo trabalhado, os instrumentos não precisam ser especificadamente individualizados, mas precisam me dar dados confiáveis para medir a aprendizagem e analisar o processo de ensino-aprendizagem.	
A minha avaliação deve privilegiar a mudança atitudinal do meu estudante, as habilidades e competências construídas no processo de ensino-aprendizagem, por isso a minha observação é um fator importantíssimo.	
A minha avaliação deve privilegiar a evolução dos conhecimentos do meu estudante no processo de ensino-aprendizagem; posso utilizar instrumentos individualizados ou coletivos, a minha observação. Essa avaliação também me orienta a fazer as modificações necessárias no processo, visando um melhor rendimento dos meus estudantes.	

ANEXO 2 – Atividade experimental 2 - 09/09/2010 – Professores do grupo J

PARA REFLETIR: “ **O sentido de se realizar uma aula experimental não é o de reproduzir o trabalho do cientista, tampouco o de seguir um método para desvendar a ciência**” (Marcondes et al, 2009, p.18)⁴⁶

TÍTULO: Como é possível formar o conceito de Transformação Química?

OBJETIVO: Provocar a discussão acerca das evidências de uma transformação química e a formação desse conceito

QUESTÃO INICIAL: Como é possível formar o conceito de Transformação Química?

PROCEDIMENTO 1

Atenção: Esteja atento a cada detalhe e anote as observações na tabela que se encontra ao final.

Durante a atividade esteja atento ao símbolo , que indica reagente perigoso, exigindo de você maior cuidado.

- Em um copinho contendo refrigerante, coloque uma ponta de colher de açúcar;
- Em um copinho contendo solução de ácido clorídrico , coloque uma pequena quantidade de carbonato de cálcio;
- Em um copinho contendo solução de ácido clorídrico , coloque um pedaço do metal que está sendo disponibilizado;
- Em um tubo de ensaios contendo álcool coloque um pouco de água;
- Em um tubo de ensaios contendo solução de ácido clorídrico , coloque uma pequena quantidade de hidróxido de sódio ;
- Em um tubo de ensaios contendo álcool coloque uma ponta de colher de açúcar;;
- Em um tubo de ensaios contendo solução de Nitrato de Chumbo II coloque uma pequena quantidade de solução de iodeto de potássio (Atenção: o produto dessa reação é danoso ao meio ambiente, portanto não deve ser desprezado na pia);
- Em um tubo de ensaios contendo solução de Sulfato de Cobre II, coloque uma pequena quantidade de solução de hidróxido de sódio;
- Ao tubo no qual foi realizado o procedimento 8, coloque uma pequena quantidade de solução de ácido clorídrico;
- Em um copo descartável contendo solução de Sulfato de Cobre II, coloque um pedaço de palha de aço;

QUESTÕES:

1. Analisando os dados obtidos, em quais das interações você considera que não houve formação de novas substâncias? Justifique.
2. Analisando os dados obtidos, em quais das interações você considera que houve transformação química? Justifique.
3. Qual é a importância e a validade das evidências na identificação de uma transformação química?

⁴⁶ GEPEQ - MARCONDES, Maria Eunice R. (coord.) et al. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas**. São Paulo: SEE/CENP, 2009.

Quadro de anotações

Sistema	Estado Inicial (aspectos gerais do sistema antes da interação)	Estado Final (aspectos gerais do sistema depois da interação)	Evidências de Transformações
Refrigerante e açúcar			
Ácido clorídrico e calcário			
Ácido clorídrico e zinco			
Álcool e água			
Ácido clorídrico e hidróxido de sódio			
Álcool e açúcar			
Nitrato de chumbo e iodeto de potássio			
Sulfato de cobre e NaOH			
Sulfato de cobre + NaOH e HCl			
Sulfato de cobre e esponja de aço			

ANEXO 3 - Atividade experimental 3 - 25/09/2010 – Professores do grupo J

**Atividade experimental baseada no capítulo 3 do livro Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio (Marcondes et al, 2009, p.18)⁴⁷

TÍTULO: Transformação Química em alimentos?

OBJETIVO: Provocar a discussão acerca das transformações que ocorrem durante o amadurecimento de frutas

QUESTÕES INICIAIS:

1. O que você entende por processos que ocorrem naturalmente? Eles podem ser físicos? Podem ser químicos?
2. O amadurecimento de uma fruta pode ser entendido como um processo químico? Por que?

PROCEDIMENTO I – Identificando o açúcar em bananas verde e madura

* Anote os resultados na tabela, abaixo.

1. Vamos numerar 4 tubos de ensaios e adicionar, a cada um, 2mL de água destilada;
2. Adicionar, respectivamente aos tubos 1 a 3: tubo 1: glicose ou frutose (agitar para dissolver); tubo 2: pedaço de banana madura; tubo 3: pedaço de banana verde
3. Aos 4 tubos adicionar 10 gotas do reagente de benedict; observando a cor de cada um;
4. Colocar os 4 tubos em banho-maria por 5 minutos e observar novamente.

Registro dos dados :

TUBO	1	2	3	4
COR INICIAL				
COR FINAL				

PROCEDIMENTO 2 – Identificando o amido em bananas verde e madura

* Anote os resultados na tabela, abaixo.

1. Vamos utilizar 3 copinhos de xarope: um com um pouco de amido; outro com um pedaço de banana verde e o terceiro com um pedaço de banana madura
2. Adicionar, em cada copinho 1 gota de solução de iodo e observar.

TESTE COM IODO	
Amido	
Banana verde	
Banana madura	

QUESTÕES:

1. Compare os resultados obtidos nos dois testes, com bananas verde e madura.
2. Com base nos resultados experimentais podemos inferir que o amadurecimento da banana ocorre com mudança em sua composição? Sendo assim, podemos considerar que ocorreu uma transformação química? Justifique.
3. Quase nunca podemos provar nossos experimentos, mas nesse caso específico, podemos. Descreva e compare as sensações ao provar um pedaço de banana verde e um pedaço de banana madura. As diferenças observadas podem indicar diferenças em suas composições? Justifique.

⁴⁷ GEPEQ - MARCONDES, Maria Eunice R. (coord.) et al. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas**. São Paulo: SEE/CENP, 2009.

4. Considerando os resultados da questão anterior, que outro teste você poderia sugerir para diferenciarmos a composição da banana verde e a banana madura?
5. Analise as informações abaixo:

<p>“Alisante sem química Tuc Hair da Biotopic Cosmética”</p> <p>http://mdemulher.abril.com.br/cabelos/reportagem/vitrine/alisante-quimica-tuc-hair-biotopic-cosmetica-559425.shtml</p>	<p>“QUER PERDER PESO OU GANHAR MASSA DE FORMA NATURAL SEM QUÍMICAS?”</p> <p>http://www.quebarato.com.br/quer-perder-peso-ou-ganhar-massa-de-forma-natural-sem-quimicas-__1963BA.html</p>
---	---

Que consequências podem advir desse tipo de informações sobre as concepções de nossos estudantes em relação às transformações químicas? Como o ensino pode minimizar esse problema?

ANEXO 4 – Atividade experimental 4 - 15/11/2010 – Professores do grupo J

TÍTULO: O QUE ACONTECE COM A MASSA DURANTE UMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA?

**Atividade baseada no capítulo 10 do livro Química e Sociedade, p.276⁴⁸

OBJETIVO: Provocar a discussão acerca das relações de massa que ocorrem durante as transformações químicas.

QUESTÃO INICIAL: O que acontece com a massa de um sistema durante uma transformação química?

* Anote os resultados na tabela, abaixo.

PROCEDIMENTO I – Combustão do papel

1. Observe a balança, que é comum e que tem apenas um prato. Verifique o seu equilíbrio
2. Coloque uma folha de papel, embolada, sobre o prato da balança e pese-o, anotando a massa inicial.
3. Ponha fogo no papel e anote o que aconteceu a ele e com a balança. Pese novamente, anotando a massa final.

PROCEDIMENTO II – Combustão da lã de aço

1. Observe a balança, que é comum e que tem apenas um prato. Verifique o seu equilíbrio
2. Coloque um pedaço da lã de aço sobre o prato da balança e pese-o, anotando a massa inicial.
3. Ponha fogo na lã de aço e anote o que aconteceu a ela e com a balança. Pese novamente, anotando a massa final.

PROCEDIMENTO III – Reação entre Sonrisal e água

1. Observe a balança, que é comum e que tem apenas um prato. Verifique o seu equilíbrio
2. Coloque sobre o prato da balança um erlenmeyer com água até $\frac{1}{4}$ de seu volume e 1 comprimido de sonrisal, no envelope. Pese o conjunto, anotando a massa inicial.
3. Transfira o sonrisal para a água. Observe o processo até que cesse. Pese novamente, inclusive a embalagem vazia e anote a massa final.

PROCEDIMENTO IV – Reação entre Sonrisal e água

1. Observe a balança, que é comum e que tem apenas um prato. Verifique o seu equilíbrio
2. Coloque sobre o prato da balança um erlenmeyer com água até $\frac{1}{4}$ de seu volume, 1 comprimido de sonrisal, no envelope e 1 balão de borracha. Pese o conjunto, anotando a massa inicial.
3. Transfira o sonrisal para a água e imediatamente tampe o frasco. Observe o processo até que cesse. Pese novamente, inclusive a embalagem vazia e anote a massa final.

Procedimento	Massa inicial	Massa final	Variação de massa
I – Combustão do papel			
II – Combustão da lã de aço			
III – Reação entre Sonrisal e água			
IV – Reação entre Sonrisal e água			

⁴⁸PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade. SANTOS, Wildson L. P. et al. **Química e Sociedade**. São Paulo: NOVA GERAÇÃO, 2009.

QUESTÕES:

1. Compare os resultados obtidos nos procedimentos.
2. Que evidências indicam que ocorreram reações químicas em cada procedimento?
3. Considerando o papel apenas como celulose e a lâ de aço apenas como ferro, escreva a equação de combustão para cada um.
4. O que contribuiu para a variação de massa em cada combustão ? Justifique.
5. Observe o rótulo do sonrisal. Com base no rótulo, o que provocou a efervescência observada?
6. Explique a diferença de resultados entre o procedimento III e o procedimento IV.
Escreva um parágrafo sobre suas conclusões.

ANEXO 5 – Atividade experimental 5 - 15/11/2010 – Professores do grupo J

ATIVIDADE 1 - TÍTULO: QUAL É A INTERFERÊNCIA DAS QUANTIDADES NAS REAÇÃO QUÍMICA?

OBJETIVO: Provocar a discussão acerca das relações de massa que ocorrem durante as transformações químicas.

QUESTÕES INICIAIS: As quantidades dos reagentes interferem nas reações químicas? Justifique

PROCEDIMENTO 1* Anote os resultados na tabela, abaixo.

1. Enumere 3 tubos de ensaios;
2. Goteje solução de sulfato de cobre em cada tubo, sendo: no tubo 1, 20gotas; no tubo 2, 40 gotas e no tubo 3, 20gotas. O tubo 3 será utilizado para comparação;
3. Recorte 2 pedaços, iguais, de lã de aço;
4. Coloque um dos pedaços da lã de aço no tubo 1 e outro pedaço no tubo 2. Observe e anote os resultados na tabela abaixo;

Tubo	Característica inicial	Característica final

PROCEDIMENTO ALTERNATIVO (No caso de não ter tubos de ensaios ou suportes)

* Anote os resultados na tabela, abaixo.

1. Coloque um pedaço de lã de aço em um copinho (pode ser de xarope, de café...);
2. Goteje 5 gotas de solução de sulfato de cobre e misture com o palito. Observe e anote;
3. Acrescente mais 5 gotas de solução de sulfato de cobre e misture com o palito. Observe e anote;
4. Acrescente solução de sulfato de cobre gota a gota, contando o número de gotas e anotando as modificações observadas. Pare de gotejar quando não perceber mais alterações.

Gotas	Observações

QUESTÕES:

- Compare os resultados obtidos.
- Que evidências indicam que ocorreram transformações químicas?
- Escreva a equação química correspondente às transformações químicas que ocorreram.
- Explique as diferenças observadas.
Escreva um parágrafo sobre suas conclusões.

ANEXO 6 – Atividade experimental 6 - 15/11/2010 – Professores do grupo J**UM EXPERIMENTO ENVOLVENDO ESTEQUIOMETRIA**Flávio Cazzaro⁴⁹**INTRODUÇÃO:**

Este experimento, bastante simples, permite que se explore o assunto estequiometria mesmo não dispondo de uma balança de alta precisão.

A palavra estequiometria (do grego stoicheon, elemento e metron, medida), foi introduzida por Richter em 1792, referindo-se às medidas dos elementos químicos nas substâncias. Modernamente, a estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas. Ela está baseada nas leis ponderais, principalmente na lei da conservação das massas e na lei das proporções fixas (ou definidas). As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é a base da explicação das relações ponderais nas reações químicas.

Por meio de cálculos estequiométricos, pode-se calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. Neste experimento será calculado o teor de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) em um comprimido efervescente a partir da massa de dióxido de carbono (CO_2) produzido na efervescência.

QUESTÕES INICIAIS

1. Como é possível calcular a massa de NaHCO_3 a partir da massa de CO_2 produzido?
2. Por que usaremos para essa atividade o CEBION, que contém NaHCO_3 mas não contém Na_2CO_3 , como a maioria dos comprimidos efervescentes?

PROCEDIMENTO

- Coloque água no erlenmeyer até aproximadamente um pouco mais da metade da sua capacidade.
- Coloque sobre o prato da balança o erlenmeyer com água e o frasco contendo os 10 comprimidos. Pese o conjunto e anote essa massa como massa inicial, na tabela abaixo.
- Transfira o comprimido para o erlenmeyer e certifique-se de que não restou nem mesmo uma pequena parte. O erlenmeyer evita perda por espirramento, visto que tem cano alto.
- Aguarde o final da efervescência e pese novamente o conjunto, incluindo o frasco vazio, e anote essa massa, como massa final, na tabela abaixo.

Massa inicial	Massa final	Diferença

QUESTÕES

- Ocorreu reação química? Que evidências puderam ser observadas?
- O que causou a efervescência?
- Escreva a equação química, balanceada, correspondente à reação química que ocorreu.
- Com a massa de CO_2 calcule a massa de NaHCO_3 presente no total de comprimidos utilizados.
- Calcule a massa de NaHCO_3 presente em um comprimido.
- De que maneira a perda de material poderia influenciar no resultado?
- Compare o resultado obtido com o valor presente no rótulo, explicando as diferenças observadas.

Escreva um parágrafo sobre suas conclusões.

⁴⁹ Flávio Cazzaro é licenciado em Química pela UFScar e professor em Poços de Caldas, MG. O experimento que deu origem à esse foi publicado na revista Química Nova Na Escola, nº10, novembro de 1999, sendo modificado pela professora Terezinha Iolanda Ayres Pereira, para se adaptar às suas condições de trabalho.

ANEXO 7 – Experimento 2 - realizado durante a oficina – Professores do grupo G - 10/03/2012

Professor:

TEMA: Evidências das Transformações químicas

OBJETIVO: Promover a discussão sobre a aplicabilidade das evidências das transformações químicas na identificação dessas transformações.

ATIVIDADE 1 – Utilizando as evidências na identificação de substâncias químicas⁵⁰

Materiais necessários, por grupo:

<ul style="list-style-type: none"> • solução de sulfato de cobre II (CuSO_4) 0,1 mol/L ; • solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 mol/L; • farinha de mandioca crua; • 12 copinhos de xarope 	<ul style="list-style-type: none"> • 12 colheres de plástico amido de milho • proteína de soja; 	<ul style="list-style-type: none"> • feijão triturado; • arroz triturado • solução de iodo; • açúcar;
--	---	---

PROCEDIMENTO

1. Separar os copinhos em duas filas e colocar uma porção de cada alimento, na ordem da tabela.

2. Teste da proteína:

A) Adicionar 4 gotas de solução de sulfato de sódio em cada porção de alimento e misturar, utilizando uma colher para cada porção.

B) Nas mesmas porções adicionar 4 gotas de solução de hidróxido de sódio, misturando novamente. Anotar as cores obtidas na tabela.

3. Teste do amido: Adicionar 1 gota de iodo em cada porção de alimento. Misturar com colheres limpas.

Anotar as cores obtidas na tabela.

Teste da Proteína	amido	proteína	arroz	feijão	farinha	Açúcar
Teste do amido	amido	proteína	arroz	feijão	farinha	Açúcar

Questões:

1. Você verificou a ocorrência de transformações químicas? Que evidências percebeu?
2. Em que alimentos você detectou a presença de amido? E de proteína? Como chegou a essas conclusões?

⁵⁰ Atividade baseada no experimento elaborado pelo GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química, do Instituto de Química da USP - SP

ATIVIDADE 2 - O amadurecimento é uma Transformação Química?⁵¹

Objetivo: Identificar as substâncias presentes no processo de amadurecimento de uma banana

Materiais necessários, por grupo:

<ul style="list-style-type: none"> • 2 bananas, sendo uma muito madura e uma muito verde; • solução de iodo. 	<ul style="list-style-type: none"> • prato descartável; • faca
--	--

PROCEDIMENTO

1. Teste do açúcar: Normalmente não provamos os reagentes químicos porque podem ser danosos, porém, como a bancada e os materiais estão isentos de reagentes, vamos provar uma porção de cada banana (deixe um pedacinho para o próximo teste). Tente identificar a presença do açúcar em cada uma e anote na tabela.

2. Teste do amido: Adicionar 1 gota de iodo em cada porção de alimento. Misturar com colheres limpas. Anotar as cores obtidas na tabela.

	Banana muito verde	Banana amadurecendo	Banana muito madura
Teste do açúcar			
Teste do amido			

Questões:

1. As evidências indicam a ocorrência de alguma transformação química durante o amadurecimento da banana?
2. O amadurecimento da banana é uma transformação química? Justifique.

⁵¹ Atividade baseada no experimento elaborado pelo GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química, do Instituto de Química da USP - SP